

**UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA**



PROYECTO FIN DE CARRERA

Análisis del borrador del Real Decreto sobre balance neto
aplicado a una vivienda unifamiliar utilizando tecnologías
eólica vertical y horizontal

INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL: MECÁNICA

AUTOR: JUAN LUIS ROUSSELOT SANZ

TUTOR: D. EFRÉN DÍEZ JIMÉNEZ

Leganés, 14 de Julio de 2013



TÍTULO: Análisis del borrador del Real Decreto sobre balance neto aplicado a una vivienda unifamiliar utilizando tecnologías eólica vertical y horizontal.

AUTOR: JUAN LUIS ROUSSELOT SANZ

TUTOR: EFRÉN DÍEZ JIMÉNEZ

FECHA: 14 de JULIO de 2013

Éste proyecto está dedicado a todos los que me han apoyado a lo largo de estos años, en especial a mis padres y a mi hermana Cris que es la mejor hermana del mundo, a mi abuela, a mis tíos y primos, a Raquel, Jorge, Rober, Toño, Viti, Araceli, Inés y los demás por ser tan buena gente, a Teus, Nacho, Tony y Sino por haberme soportado a lo largo de toda la carrera, a Juan Otero y José Ignacio Cruz del CIEMAT y a Mariano Moreno por haber permitido que éste proyecto saliese adelante, a Tix por serla mejor profe, a todos mis amigos, entre los cuales destaco a los Wild Whiskers (Adri, Garci y Victor) y a Mollo, Rafo, Pau, Oli, Sanro, Cabal, Cela, Mario, Javi, Mariete, Marta, Rebe, Mon, Iván, Piñi y Susana por todas las risas que nos hemos echado, a toda la GTX, en especial a Xavo, Alfon, Fueyo, Patrick, Luiso y Álex, a todos mis amigos de la Universidad, en especial a Gerardo, Manu, Igor, Alvarito, Adri, Mike, Tito, Laura, Paqui y Chicapapa.

RESUMEN

Este proyecto trata de analizar la viabilidad económica de dos tipos de sistemas de tecnologías minieólicas (vertical y horizontal) aplicadas sobre una vivienda unifamiliar situada en Madrid en régimen de balance neto, de próxima aprobación.

En primer lugar se expondrá cuál es el estado actual del autoconsumo en España y en el mundo así como el balance neto. Por otro lado se analizará también y se desarrollarán ambas tecnologías minieólicas, describiendo sus principales características y componentes.

Se explicará también cuál es su funcionamiento y que alternativas existen para su instalación.

Se predimensionarán los dos tipos de tecnologías minieólicas utilizadas para aplicarlas sobre el caso de estudio, tomando como base el consumo energético de la vivienda objetos de estudio.

Conocidos los costes de la instalación que satisfacen dichas necesidades energéticas, se valorará la viabilidad económica de los miniproyectos, analizando las variables económicas más relevantes, tales como el VAN, TIR y retorno de la inversión, considerando varias hipótesis de instalación y varias hipótesis sobre el mercado eléctrico.

Finalmente se expondrán una serie de conclusiones derivadas del estudio económico realizado y se analizará si resulta o no rentable.

SUMMARY

The Project is intended to analyse the future approval of the Royal Decree about energy production in terms of net metering in Spain. The net metering technology is based on the compensation of energy balances instantly or differs, unleashing a whole new bunch of possibilities for the consumer to produce his own energy for his particular use.

This system is particularly interesting for power generation facilities, especially those renewables, as wind energy, solar-photovoltaic and microgeneration, because for the first time it lets them adjust their production to consumption without physical accumulation.

With this system, any facility may produce energy for direct consumption under demand. If the demand of energy is higher than production it will be necessary to import energy from the electric network; but when the electricity demand is lower than production the energy will be exported to the electric network.

The possibility that the net metering Royal Decree may succeed in the upcoming months makes it interesting to present the advantages and disadvantages of its application in a building and the economic benefits for the users under this modality.

In this Final Degree Project, we will analyze self consumption through net metering systems and its regulations, as well as the installation of the renewable technologies of wind power with vertical and horizontal axis designs studying its application to residential building and concluding whether it would be profitable or not to carry it out.

ÍNDICE

| | |
|--|------------|
| 1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO DEL PROYECTO..... | 1 |
| 1.1 OBJETIVOS DEL PROYECTO | 4 |
| 1.2 ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO | 4 |
| 2. ESTADO DEL ARTE | 6 |
| 2.1. ESTADO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLE EN ESPAÑA..... | 7 |
| 2.2. EL SECTOR ELÉCTRICO EN ESPAÑA..... | 12 |
| 2.3. PRINCIPALES FUENTES RENOVABLES | 14 |
| 2.4. MARCO NORMATIVO | 15 |
| 2.5. PERSPECTIVAS FUTURAS | 18 |
| 3. BALANCE NETO | 21 |
| 3.1. INTRODUCCIÓN | 22 |
| 3.2. FILOSOFÍA DE BALANCE NETO. | 23 |
| 3.2. BALANCE NETO EN OTROS PAÍSES | 26 |
| 3.2.1. UNIÓN EUROPEA | 26 |
| 3.2.2. RESTO DEL MUNDO..... | 31 |
| 3.3. BALANCE NETO EN ESPAÑA | 35 |
| 3.4. MARCO LEGISLATIVO. | 40 |
| 4. TECNOLOGÍA UTILIZADA..... | 59 |
| 4.1. APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA EÓLICA..... | 60 |
| 4.1.1. HISTORIA. | 60 |
| 4.1.2. AEROGENERADORES..... | 60 |
| 4.2. LA ENERGÍA EÓLICA EN ESPAÑA Y EN EL MUNDO | 61 |
| 4.3. TECNOLOGÍA EÓLICA..... | 68 |
| 4.3.1. SUSTENTACIÓN | 70 |
| 4.3.2. CONTROL DE POTENCIA DEL AEROGENERADOR. | 72 |
| 4.3.2. MECANISMOS DE ORIENTACIÓN | 74 |
| 4.4. TECNOLOGÍA MINI-EÓLICA. | 75 |
| 4.4.1. SITUACIÓN DEL MERCADO..... | 76 |
| 4.4.2. INTRODUCCIÓN A LA ENERGÍA MINIEÓLICA..... | 79 |
| 4.4.3. PRINCIPIOS DE LA ENERGÍA EÓLICA..... | 82 |
| 4.4.4. TIPOS DE AEROGENERADORES | 83 |
| 4.4.5. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS AEROGENERADORES VERTICALES Y HORIZONTALES | 87 |
| 4.4.6. ALTERNATIVAS DE DISEÑO | 89 |
| 5. SITUACIÓN DEL PROYECTO | 93 |
| 5.1 ANÁLISIS DEL EMPLAZAMIENTO | 94 |
| 5.2 CONSUMO ENERGÉTICO | 98 |
| 5.3 INSTALACIÓN Y CONEXIÓN A LA RED | 113 |
| 5.3.1. GENERADORES DE EJE HORIZONTAL..... | 113 |
| 5.3.2. GENERADORES DE EJE VERTICAL..... | 130 |
| 6. DECISIONES TÉCNICAS..... | 142 |

| | |
|--|------------|
| 7. VIABILIDAD ECONÓMICA..... | 145 |
| 7.1. CASO 1: 2 AEROGENERADORES BORNAY 800 | 146 |
| 7.2. CASO 2: 1 AEROGENERADOR BORNAY 1500 | 152 |
| 7.3. CASO 3: 4 AEROGENERADORES UGE 1K (EDDY GT) | 158 |
| 7.4. CASO 4: 1 AEROGENERADOR UGE 4K | 164 |
| 7.5. RESUMEN VIABILIDAD ECONÓMICA | 171 |
| 8. CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO | 172 |
| 8.1. CONCLUSIONES | 173 |
| 8.2. FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO..... | 174 |
| 9. BIBLIOGRAFÍA..... | 175 |
| ANEXOS..... | 178 |
| 1. ANEXO: ESTUDIO EÓLICO | 179 |
| 1.1 LA ATMÓSFERA..... | 179 |
| 1.2 GRADIENTE TÉRMICO VERTICAL. CAPAS ATMOSFÉRICAS..... | 180 |
| 1.3 LA ATMÓSFERA ESTÁNDAR..... | 182 |
| 1.4 ESTABILIDAD DE LA ATMÓSFERA..... | 183 |
| 1.5 EL VIENTO | 184 |
| 1.6 MEDICIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS DATOS EÓLICOS..... | 185 |
| 8.1.6.1 DISPOSITIVO DE MEDICIÓN DE LAS MAGNITUDES DEL VIENTO: ANEMÓMETRO | 185 |
| 1.7 TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DEL VIENTO | 190 |
| 10.1.7.1 Variabilidad del viento | 190 |
| 1.8 DISTRIBUCIÓN DE WEIBULL..... | 195 |
| 1.9 MODELO PREDICTIVO | 202 |
| 2. ANEXO: PRESUPUESTOS | 206 |
| 3. ANEXO CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS | 210 |
| 3.1 AEROGENERADORES DE EJE HORIZONTAL | 210 |
| 3.2 AEROGENERADORES DE EJE VERTICAL | 217 |
| 3.3 INVERSORES..... | 221 |
| 3.4 TIPOS DE TORRES DE SOPORTE DE AEROGENERADORES | 231 |
| 4. ANEXO: DATOS DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA METEOCLIMATIC MADRID (ARTURO SORIA) EN FEBRERO DE 2013 | 245 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Mercado mundial del consumo de energía por región (1970-prevision 2025). Fuente: CIEMAT..... | 3 |
| Figura 2. Mapa de potencial eólico en Europa. Fuente: www.energiaseolicas.com | 7 |
| Figura 3. Mercado mundial del consumo de energía por región (1970-prevision 2025). Fuente: CIEMAT..... | 8 |
| Figura 4. Evolución de la producción eléctrica según combustibles. Fuente: IDAE/Minetur.. | 8 |
| Figura 5. Consumo mundial de energía en 2011. Fuente: BP Statistical Review..... | 9 |
| Figura 6. Porcentaje de renovables en el consumo de energía primaria. Fuente: IDAE/MINETUR..... | 10 |
| Figura 7. Consumo de energía primaria en España 2011. Fuente: Ministerio de Industria, Energía y Turismo – IDAE | 11 |
| Figura 8. Evolución del consumo energía final en España. Fuente: IDAE/MINETUR. | 11 |
| Figura 9. Evolución del consumo de energía primaria (izquierda) y final (derecha) en España (ktep) 1990-2010. Fuente: Secretaría de Estado de Energía. | 12 |
| Figura 10. Intensidad primaria en UE y algunos países del resto del mundo. Fuente: Eurostat | 12 |
| Figura 11. Evolución energías renovables en el sector eléctrico español. Fuente:REE | 13 |
| Figura 12. Evolución de la potencia instalada en régimen especial en España. Fuente: REE | 14 |
| Figura 13. Distribución energías renovables en España. Fuente: IDAE..... | 15 |
| Figura 14. Estimación de generación eléctrica para las tecnologías renovables. Fuente: IDAE | 19 |
| Figura 15. Curvas típicas de consumo y generación fotovoltaicos. Fuente: Wikipedia | 24 |
| Figura 16. Balance neto compartido. Fuente: www.morisarroes.es | 25 |
| Figura 17. Potencia eólica instalada en Europa. Red Eléctrica Española | 28 |
| Figura 18. Potencia instalada de energía eólica en Alemania por año. Windmonitor | 30 |
| Figura 19. Potencia eólica instalada en UK a lo largo de los años. Fuente: www.evwind.com | 31 |
| Figura 20. Evolución del sistema de balance neto en Estados Unidos. Fuente: Wikimedia Commons | 33 |
| Figura 21. Cambio de la cadena de valor energética con la entrada del autoconsumo. Fuente: Deloitte..... | 36 |
| Figura 22. Evolución precio de la factura de la luz antes de impuestos. Fuente: UNEF..... | 38 |
| Figura 23. Evolución anual coste de inversión unitario para instalaciones fotovoltaicas. Fuente: UNEF | 38 |
| Figura 24. Evolución en años del plazo de recuperación de la inversión. Fuente: UNEF..... | 39 |
| Figura 25. Evolución de potencia eólica destinada al autoconsumo. . Fuente: Plataforma para el autoconsumo energético | 42 |
| Figura 26. Comparación entre eólica industrial y eólica doméstica. Fuente: Plataforma para el autoconsumo energético..... | 42 |
| Figura 27. Evolución anual del coste unitario de inversión. . Fuente: Plataforma para el autoconsumo energético..... | 43 |
| Figura 28. Cifra de negocio total agregada. Fuente: Plataforma para el autoconsumo energético | 44 |
| Figura 29. Retornos para el estado. . Fuente: Plataforma para el autoconsumo energético.... | 44 |
| Figura 30. Esquema normativo actual. Fuente: Elaboración propia | 46 |
| Figura 31. Posibles configuraciones de medida según la Propuesta Decreto Ley. Fuente: Elaboración propia | 50 |

| | |
|--|-----|
| Figura 32. Posibles configuraciones de medida según la CNE. Elaboración propia | 50 |
| Figura 33. Diferencias sobre la figura legal del consumidor en la modalidad de Balance Neto | 54 |
| Figura 34. Potencia instalada y acumulada a nivel mundial. Fuente: AEE, GWEC y EWEA | 62 |
| Figura 35. Evolución de la energía eólica en España y en el mundo. Fuente: IDAE | 62 |
| Figura 36. Situación de energía eólica en España y en la UE. Fuente: IDAE | 63 |
| Figura 37. Potencia eólica instalada en España (año 2011). Fuente: UCLM | 64 |
| Figura 38. Generación eólica en tiempo real el 6 de febrero de 2013. Fuente: Web Ingeniería en la red | 65 |
| Figura 39. Evolución de la potencia eólica instalada anual, acumulada y tasa de variación en España 2000-2012. Fuente: AEE | 66 |
| Figura 40. Distribución del tamaño de los aerogeneradores instalados en España en el año 2012. Fuente: AEE | 67 |
| Figura 41. Generación anual por tecnologías. Fuente: AEE | 67 |
| Figura 42. Evolución anual de la generación eólica. Fuente: AEE | 68 |
| Figura 43. Componentes de un aerogenerador. Fuente: UCLM | 70 |
| Figura 44. Perfil aerodinámico. Fuente: Wikipedia | 71 |
| Figura 45. Mecanismo de orientación. Fuente: Windpower | 74 |
| Figura 46. Aerogenerador minieólico. Fuente: Wikipedia | 76 |
| Figura 47. Instalaciones domésticas. Fuente: www.modus-vivendi.es | 81 |
| Figura 48. Esquema instalación minieólica doméstica. Fuente: ENAIR | 82 |
| Figura 49. Coeficiente de potencia (frente a velocidad) para distintos tipos de aerogeneradores. Fuente: UCLM | 84 |
| Figura 50. Aerogenerador tripala de eje horizontal. Fuente: www.cubasolar.cu | 85 |
| Figura 51. Aerogenerador máquina Darrieus. Fuente: www.renovables-energia.com | 86 |
| Figura 52. Diagrama de bloques simplificado de la alternativa 1 de configuración | 90 |
| Figura 53. Diagrama de bloques simplificado de la alternativa 2 de configuración | 91 |
| Figura 54. Diagrama de bloques simplificado de la alternativa 3 de configuración | 92 |
| Figura 55. Situación de la vivienda. Fuente: Google Maps | 95 |
| Figura 56. Gráfico de la Función de Densidad de velocidades de viento en la vivienda. Fuente: Google Earth | 96 |
| Figura 57. Rosa de los vientos calculada con WindRosePRO3. Fuente: Elaboración propia | 97 |
| Figura 58. Curva de potencia - Bornay 1500. Fuente: Elaboración propia | 115 |
| Figura 59. Modelo BORNAY 1500. Fuente: BORNAY | 115 |
| Figura 60. Distribución de energía eólica potencial entregada por el viento, energía aprovechable según el Límite de Betz y energía final producida por el aerogenerador Bornay 1500 en febrero de 2013. Fuente: Elaboración propia | 116 |
| Figura 61. Comparativa de velocidades medias de viento en 2011, 2012 y 2013. Fuente: Elaboración propia | 118 |
| Figura 62. Esquema instalación balance neto. Fuente: ENAIR | 120 |
| Figura 63. Esquema conexión Balance neto. Fuente: ENAIR | 120 |
| Figura 64. Inversor AEOCON 3600. Fuente: BORNAY | 122 |
| Figura 65. Diagrama de bloqueo. Fuente: BORNAY | 122 |
| Figura 66. Curva de potencia - Bornay 800. Fuente: Elaboración propia | 124 |
| Figura 67. Modelo Aerogenerador BEE 800. Fuente: BORNAY | 125 |
| Figura 68. Distribución de energía eólica entregada por el viento, energía aprovechable según el Límite de Betz y energía final producida por el aerogenerador Bornay 800 en febrero de 2013. Fuente: Elaboración propia | 126 |

| | |
|--|-----|
| Figura 69. Comparativa de velocidades medias de viento en 2011, 2012 y 2013. Fuente: Elaboración propia | 128 |
| Figura 70. Modelo Aerogenerador UGE 4K. Fuente: Urban Green Energy | 131 |
| Figura 71. Curva de potencia del aerogenerador UGE 4K. Fuente: Elaboración propia..... | 132 |
| Figura 72. Energías producida, aprovechable, y teórica para aerogenerador UGE 4K en Febrero de 2013. Fuente: Elaboración propia | 132 |
| Figura 73. Modelo instalación Balance neto aerogenerador UGE 4K. Fuente: Urban Green Energy | 135 |
| Figura 74. Modelo aerogenerador UGE 1K. Fuente: Urban Green Energy..... | 136 |
| Figura 75. Curva de potencia del aerogenerador Bornay 1KW. Fuente: Elaboración propia | 137 |
| Figura 76. Energías producida, aprovechable, y teórica para aerogenerador Bornay 1KW en Febrero de 2013. Fuente: Elaboración propia | 138 |
| Figura 77. Gráfico de retorno de la inversión del caso2, escenario 1. Fuente: Elaboración propia..... | 148 |
| Figura 78. Gráfico de retorno de la inversión del caso2, escenario 2. Fuente: Elaboración propia..... | 150 |
| Figura 79. Gráfico de retorno de la inversión del caso 3, escenario 3. Fuente: Elaboración propia..... | 152 |
| Figura 80. Gráfico de retorno de la inversión del caso1, escenario 1. Fuente: Elaboración propia..... | 154 |
| Figura 81. Gráfico de retorno de la inversión del caso1, escenario 2. Fuente: Elaboración propia..... | 156 |
| Figura 82. Gráfico de retorno de la inversión del caso1, escenario 3. Fuente: Elaboración propia..... | 158 |
| Figura 83. Gráfico de retorno de la inversión del caso3, escenario 1. Fuente: Elaboración propia..... | 160 |
| Figura 84. Gráfico de retorno de la inversión del caso 3, escenario 2. Fuente: Elaboración propia..... | 162 |
| Figura 85. Gráfico de retorno de la inversión del caso 3, escenario 3. Fuente: Elaboración propia..... | 164 |
| Figura 86. Gráfico de retorno de la inversión del caso 4, escenario 1. Fuente: Elaboración propia..... | 166 |
| Figura 87. Gráfico de retorno de la inversión del caso 4, escenario 2. Fuente: Elaboración propia..... | 168 |
| Figura 88. Gráfico de retorno de la inversión del caso 4, escenario 3. Fuente: Elaboración propia..... | 170 |
| Figura 89. Estructura vertical de la atmósfera terrestre. Fuente: Ingeniería de la Energía Eólica..... | 180 |
| Figura 90. Perfil vertical de temperatura de la atmósfera estándar: Fuente: Ingeniería de la Energía Eólica | 181 |
| Figura 91. Perfiles de temperaturas de la atmósfera real y adiabático del aire. Fuente: Ingeniería de la Energía Eólica | 183 |
| Figura 92. Perfil de velocidad del viento con la altura. Fuente: Ingeniería de la Energía Eólica | 184 |
| Figura 93. Anemómetro de cazoletas. Fuente: Elaboración propia | 186 |
| Figura 94. Anemómetro de cazoletas elemental. Fuente: Agrotterra..... | 187 |
| Figura 95. Anemómetro mecánico. Fuente: PCE Ibérica | 187 |
| Figura 96. Anemómetro eléctrico. Fuente: Hiru | 188 |

| | |
|--|-----|
| Figura 97. Anemómetro, estación base y transmisores Lacrosse WS3650. Fuente: Lacrosse Technology..... | 189 |
| Figura 98. Registros meteorológicos en Febrero de 2013 (Estación meteoclimatic Madrid - Arturo Soria). Fuente: Elaboración propia..... | 190 |
| Figura 99. Histograma de variabilidad del viento en Febrero de 2013. Fuente: Elaboración propia..... | 191 |
| Figura 100. Histograma de velocidades de viento en Febrero de 2013. Fuente: Elaboración propia..... | 192 |
| Figura 101. Promedio mensual de velocidades medias del viento en 2012 y 2013. Fuente: Elaboración propia | 192 |
| Figura 102. Histograma de velocidades del viento. Fuente: Elaboración propia..... | 193 |
| Figura 103. Distribución de frecuencias de velocidades del viento. Fuente: Elaboración propia..... | 194 |
| Figura 104. Frecuencia acumulada de velocidades de viento. Fuente: Elaboración propia .. | 194 |
| Figura 105. Distribución de Weibull genérica con $k=2$ y $c=6,9$. Fuente: Elaboración propia | 195 |
| Figura 106. Distribución de frecuencias eólicas en Febrero de 2013. Fuente: Elaboración propia..... | 196 |
| Figura 107. DIstribución de Weibull de frecuencias eólicas. Fuente: Elaboración propia... | 196 |
| Figura 108. Recta de regresión lineal por mínimos cuadrados con parámetros de la distribución de Weibull. Fuente: Elaboración propia..... | 197 |
| Figura 109. DIstribución de Weibull de frecuencias eólicas. Fuente: Elaboración propia... | 199 |
| Figura 110. Curva de potencia del viento. Fuente: Elaboración propia..... | 200 |
| Figura 111. Curva de densidad del potencia del viento. Fuente: Elaboración propia..... | 201 |
| Figura 112. Promedio mensual de velocidades medias de viento en 2011. Fuente: Elaboración propia | 202 |
| Figura 113. Promedio mensual de velocidades medias de viento en 2012. Fuente: Elaboración propia | 203 |
| Figura 114. Promedio mensual de velocidades medias de viento en 2013. Fuente: Elaboración propia | 204 |
| Figura 115. Velocidades medias mensuales en 2011, 2012 y 2013. Fuente: Elaboración propia..... | 205 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|-----|
| Tabla 1. Evolución de la potencia instalada del régimen especial. Fuente: CNE | 14 |
| Tabla 2. Evolución de los costes de generación de la tecnología eólica onshore. Fuente: IDAE | 20 |
| Tabla 3. Precio de la electricidad residencial e industrial por países. Fuente: Asociación Empresarial Eólica | 27 |
| Tabla 4. Ejemplo de rentabilidad de autoconsumo en Francia. Asociación Empresarial Eólica | 28 |
| Tabla 5. Resumen de tipo de balance neto por países. Fuente: elaboración propia | 34 |
| Tabla 6. Potencia límite por países. Fuente: elaboración propia | 47 |
| Tabla 7. Resumen de tipo de balance neto por países. Fuente: elaboración propia | 56 |
| Tabla 8. Vigencia de los derechos de consumo diferido por países. Fuente: elaboración propia | 57 |
| Tabla 9. Porcentaje de velocidades de viento en intervalos. Fuente: Elaboración propia | 97 |
| Tabla 10. Potencia por equipos de la vivienda. Fuente: Elaboración propia | 99 |
| Tabla 11. Desglose de facturas en el período (21/12/2011-20/12/2012). Fuente: Elaboración propia..... | 101 |
| Tabla 12. Características del modelo Bornay 1500. Fuente: Elaboración propia | 114 |
| Tabla 13. Estimación de energía producida por el modelo Bornay 1500 en febrero de 2013. Fuente: Elaboración propia | 117 |
| Tabla 14. Estimación de energía total producida por el modelo Bornay 1500 en el año 2013. Fuente: Elaboración propia | 119 |
| Tabla 15. Características cableado a la red según sección. Fuente: CIEMAT..... | 123 |
| Tabla 16. Características del modelo Bornay 800. Fuente: Elaboración propia | 124 |
| Tabla 17. Estimación de energía producida por el modelo Bornay 800 en febrero de 2013. Fuente: Elaboración propia | 127 |
| Tabla 18. Estimación de energía total producida por el modelo Bornay 800 en el año 2013. Fuente: Elaboración propia | 128 |
| Tabla 19. Características del modelo UGE 4K. Fuente: Elaboración propia..... | 131 |
| Tabla 20. Estimación de energía producida por el modelo UGE 4K en el año 2013. Fuente: Elaboración propia | 133 |
| Tabla 21. Estimación de energía total producida por el modelo UGE 4K en el año 2013. Fuente: Elaboración propia | 134 |
| Tabla 22. Características del modelo UGE 1K (EDDY GT). Fuente: Elaboración propia... | 136 |
| Tabla 23. Estimación de energía producida por el modelo UGE 1K (EDDY GT) en febrero de 2013. Fuente: Elaboración propia | 139 |
| Tabla 24. Estimación de energía total producida por el modelo UGE 1K (EDDY GT) en el año 2013. Fuente: Elaboración propia..... | 140 |
| Tabla 25. Rendimientos de los aerogeneradores. Fuente: Elaboración propia | 143 |
| Tabla 26. Aerogeneradores más eficientes. Fuente: Elaboración propia | 144 |
| Tabla 27. Resumen Características de la inversión para cada escenario de subida de la luz. Fuente: Elaboración propia | 171 |
| Tabla 28. Características de las instalaciones. Fuente: Elaboración propia | 171 |
| Tabla 29. Composición del aire en la atmósfera hasta una altura de aproximadamente 100 km. Fuente: Ingeniería de la Energía Eólica | 179 |
| Tabla 30. Propiedades termodinámicas del aire seco. Fuente: Ingeniería de la Energía Eólica | 180 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 31. Estructura atmosférica según el gradiente térmico. Fuente: Ingeniería de la Energía Eólica..... | 182 |
| Tabla 32. Características de la atmósfera estándar. Fuente: Ingeniería de la Energía Eólica..... | 182 |
| Tabla 33. Escalas de longitud consideradas para el estudio del viento. Fuente: Ingeniería de la Energía Eólica | 184 |
| Tabla 34. Porcentajes de frecuencias y probabilidades por rango de velocidades en febrero de 2013. Fuente: Elaboración propia | 193 |
| Tabla 35. Parámetros de Weibull obtenidos. Fuente: Elaboración propia | 198 |
| Tabla 36. Probabilidades de Weibull para cada rango de velocidades. Fuente: Elaboración propia..... | 199 |
| Tabla 37. Velocidades promedio medidas en 2011. Fuente: Elaboración propia | 202 |
| Tabla 38. Velocidades promedio medidas en 2012. Fuente: Elaboración propia | 203 |
| Tabla 39. Velocidades promedio medidas en 2013. Fuente: Elaboración propia | 204 |
| Tabla 40. Incrementos y decrementos relativos mensuales considerados para el modelo predictivo. Fuente: Elaboración propia | 205 |



1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO DEL PROYECTO

La energía eléctrica juega un papel fundamental en la sociedad actual, es un bien necesario con el que contamos y que está continuamente renovándose y tratando de optimizar económicamente los recursos que emplea.

El uso de la energía es fundamental para el desarrollo de la sociedad. En la actualidad, el mercado energético está basado fundamentalmente en los combustibles fósiles, que son perjudiciales para el medioambiente y que España tiene que importar del exterior. Desde hace años, la situación energética mundial está cambiando, las energías renovables están ganando peso en la generación eléctrica, debido en parte a la preocupación medioambiental y a la búsqueda de economías sostenibles.

Especial relevancia ha tenido el aspecto medioambiental en el desarrollo de las energías renovables, la preocupación por la conservación del medioambiente y la reducción de las emisiones ha centrado la actualidad energética a través de diferentes acontecimientos como el protocolo de Kyoto.

No solo hay que mirar el mercado energético en números, en medidas de potencia y en porcentajes, sino que hay que destacar también sus brazos de influencia en otros aspectos de la sociedad como los puestos de trabajo que generan las tecnologías de Energías Renovables, tanto en la UE como en España, donde han ido creciendo en los últimos años de forma considerable.

La crisis económica mundial ha influido considerablemente en la economía española, afectando al consumo eléctrico y al mercado energético mundial. Como consecuencia, se ha disminuido la demanda y el consumo energético en España. Una vez superada, se espera que el consumo eléctrico siga la línea de crecimiento que tenía antes de la crisis, con un aumento continuo de la demanda eléctrica gracias al desarrollo y al crecimiento económico del país.

Destaca también, a nivel mundial, el crecimiento tan grande de la demanda energética, impulsado sobre todo por dos potencias en desarrollo, China y la India, de las que se analizará su influencia en la situación energética actual y futura.

El término “desarrollo sostenible”, es muy utilizado actualmente, y más allá de la propia definición general, aplicado al sector energético de lo que se trata es de aprovechar las fuentes de energía sin que se vean agotadas sustancialmente por un uso continuado de las mismas, sin que su uso suponga la emisión de sustancias perjudiciales y sin que su uso implique la perpetuación de daños o injusticias. Y es que el consumo de energía de una sociedad está íntimamente relacionado con el desarrollo económico de la misma, o viceversa. Si nos fijamos en la siguiente figura podemos ver como aquellos países más fuertes económicamente hablando son aquellos con mayor crecimiento energético.

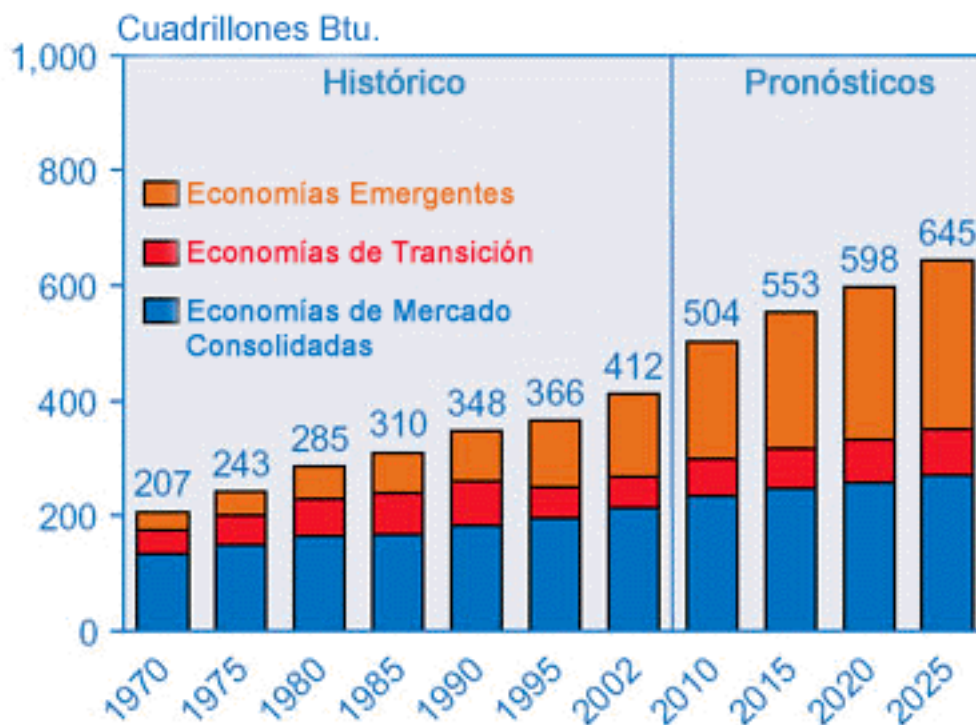


Figura 1. Mercado mundial del consumo de energía por región (1970-prevision 2025). Fuente: CIEMAT

El desarrollo de un país se caracteriza por ser la unión de tres ejes: el desarrollo social, el económico y el medioambiental. Actualmente, la crisis actual y la falta de recursos han desertado la necesidad del ahorro energético. En estos términos, se busca una mayor eficiencia y es ahí donde entre en juego el autoconsumo. Por otro lado la conciencia social y la medioambiental ha aumentado en los últimos años a favor del uso de energías renovables.

Varios son los factores que hacen apostar por el crecimiento de las energías renovables. Después de accidentes como el de la central nuclear de Fukushima tras el tsunami de marzo de 2011 en Japón, o con la constante preocupación por los efectos nocivos de las emisiones de los combustibles fósiles hacen que nuestra sociedad esté cada vez más concienciada con la seguridad y el medioambiente. Por otro lado, el hecho objetivo de que las reservas de estas fuentes de energía no son inagotables, además de la inestabilidad política de los países de Oriente Medio, que deriva de un aumento del precio del petróleo hacen que nuestra sociedad piense en un cambio de paradigma en la política energética mundial.

No obstante, el cambio no es fácil. El hecho de que las previsiones afirmen que se producirá un aumento del consumo energético mundial como se puede ver en la Figura 1 invita a una apuesta clara por seguir creciendo en el desarrollo de las energías renovables pero por otro lado hace que sea necesario seguir dependiendo de las tecnologías y recursos existentes.

Siempre que se habla de la escasez de combustibles como el petróleo, no significa que haya una falta total de éstas, sino que no son los suficientemente accesibles con la tecnología actual. Eso mismo es extrapolable a las energías renovables, ya que no quiere decir que no haya recursos suficientes para generar energía (viento, sol, etc.) sino que hasta ahora no han resultado rentables.

1.1 OBJETIVOS DEL PROYECTO

El presente proyecto tiene como objeto principal llevar a cabo un estudio del borrador de RD sobre balance neto a través de diferentes tecnologías minieólicas. En el desarrollo de dicho estudio se analizarán además los objetivos que pretende el RD, que previsiblemente será aprobado en muy poco tiempo en nuestro país.

Para ello, se analizará previamente el consumo eléctrico de la vivienda objeto del proyecto para poder identificar la demanda de electricidad en un año “tipo”.

En el presente documento se analizará la situación del mercado de las tecnologías renovables y se profundizará en el estado del arte de la tecnología eólica y más en concreto la minieólica.

Para cada una de las tecnologías minieólicas se dimensionará el miniproyecto, donde se describirán los principales elementos de la instalación y los equipos necesarios para satisfacer las necesidades de consumo eléctrico.

Se realizará un estudio de viabilidad económica de cada una de las tecnologías con diferentes escenarios de tarifas, analizando principalmente su rentabilidad mediante el VAN, TIR y Payback.

Por último, el objetivo final del proyecto es obtener una serie de conclusiones derivadas del estudio económico anterior y analizar la posible viabilidad de los equipos utilizados en el marco legislativo que se presenta con el RD de balance neto.

1.2 ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO

El presente proyecto está estructurado de la siguiente manera:

- En el presente capítulo (capítulo 1) se introduce al lector en el documento, sirviéndole como prólogo al resto del documento y donde se explican o resumen las líneas más generales de todo lo que ha supuesto la realización de este proyecto.

- En el capítulo 2 se explica en líneas generales cuál es la situación general de las energías renovables en España y en el mundo, concretando en el sector eléctrico, así como en el futuro previsible del mismo.
- En el capítulo 3 se explica de forma concisa y más clara y práctica en qué consiste el concepto de balance neto, y cómo es su situación en el resto del mundo, en aquellos países donde de una manera u otra se aplica. Se concreta avanzado ya el punto, cuál es la situación de este sistema en España y en qué consiste la normativa que se quiere aplicar.
- En el capítulo 4 se introduce al lector de manera progresiva en la tecnología utilizado (en este caso eólica), y se explica de manera resumida su historia, su situación en España y en el mundo, así como explica las partes técnicas de un aerogenerador y sus alternativas de instalación.
- En el capítulo 5 se presenta y explica la vivienda objeto del proyecto, así como su situación y su demanda energética. En la segunda parte de este capítulo se realiza el diseño de las diferentes instalaciones proyectadas para realizar el análisis económico.
- En el capítulo 6 se realiza una comparación de las tecnologías propuestas desde un punto de vista técnico.
- En el capítulo 7 se detalla el estudio de viabilidad económico realizado para cada una de las tecnologías, mostrando al lector de manera gráfica y clara a la vez los aspectos más importantes de este estudio, así como algunos comentarios derivados de éstos.
- En el capítulo 8 se exponen algunas conclusiones a partir del proyecto realizado y sobre el estudio económico concretamente. También se exponen algunas posibles futuras líneas de trabajo que permitan realizar un estudio económico de balance neto desde más puntos de vista y bajo muchos otros escenarios.
- En el capítulo 10 se incluye la bibliografía utilizada.
- En el capítulo 9 se incluyen anexos explicativos y hojas de características de los elementos de la instalación.



2. ESTADO DEL ARTE

2.1. ESTADO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLE EN ESPAÑA

Actualmente, España depende energéticamente del exterior en gran medida. Se estima que alrededor del 70% depende directamente del exterior, frente al 50% del global de la Unión Europea. Si un país depende energéticamente del exterior como es el caso de España, el aprovechamiento de los recursos autóctonos es esencial para el desarrollo económico del mismo. Es aquí donde se ha apostado claramente por la energía renovable. Es un país donde existe un potencial inmenso de energía solar e inclusive se dispone de muchas zonas con velocidades de viento adecuadas para la energía eólica.

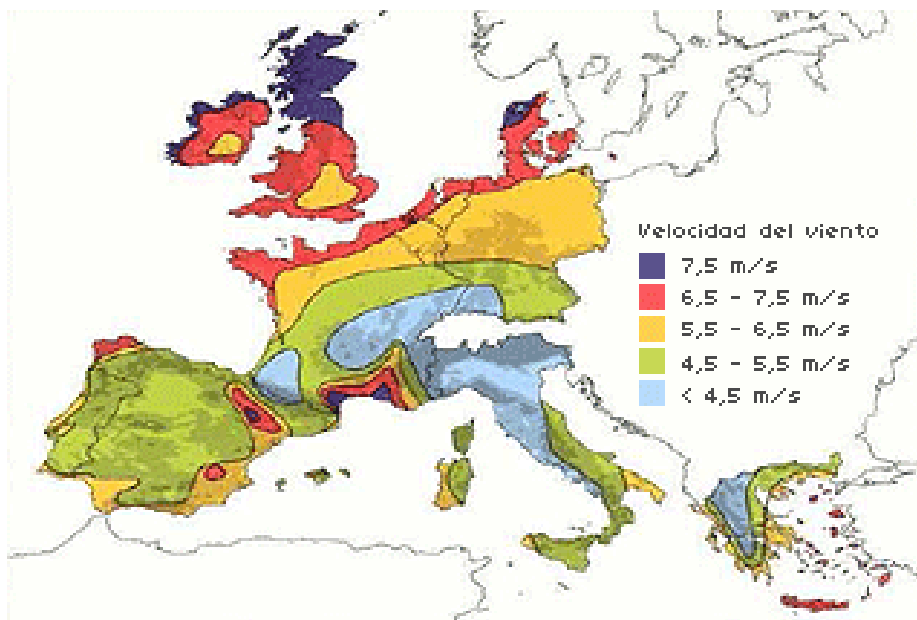


Figura 2. Mapa de potencial eólico en Europa. Fuente: www.energiaseolicas.com

Tradicionalmente, la estructura de consumo energético española ha estado dominada por la presencia del petróleo importado. La diferencia entre la producción nacional y el consumo total da lugar a la dependencia energética.

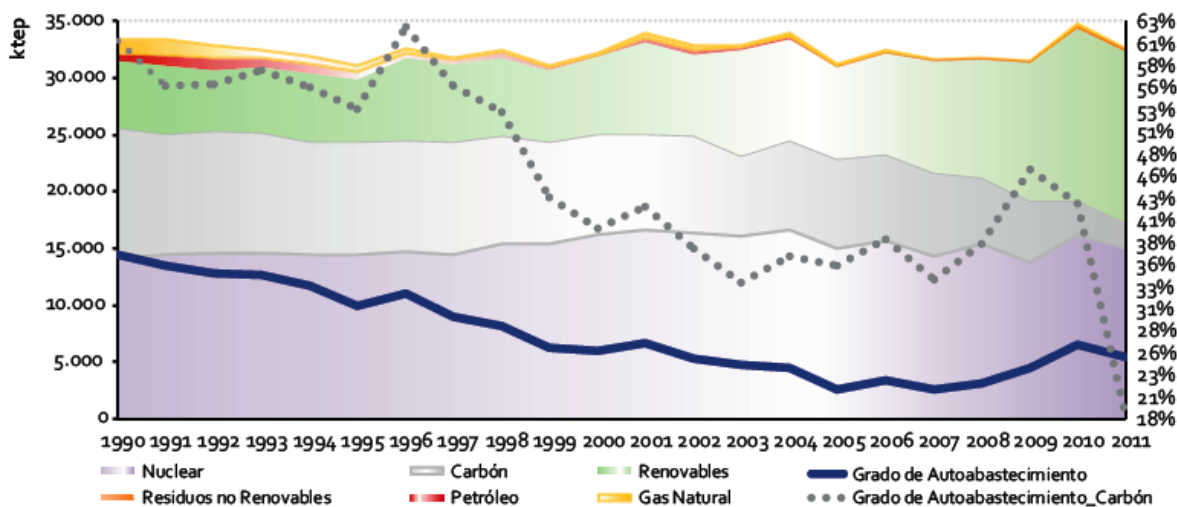


Figura 3. Mercado mundial del consumo de energía por región (1970-prevision 2025). Fuente: CIEMAT

En la figura anterior se puede ver como el grado de autoabastecimiento español (línea azul) sigue desde 2007 una tendencia alcista, situándose en un 26% en 2011, 5 puntos por encima del año 2007.

Dentro de dicha producción nacional energética, las renovables tienen un elevado peso, tal y como se extrae del “libro de la energía en España 2011” del Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

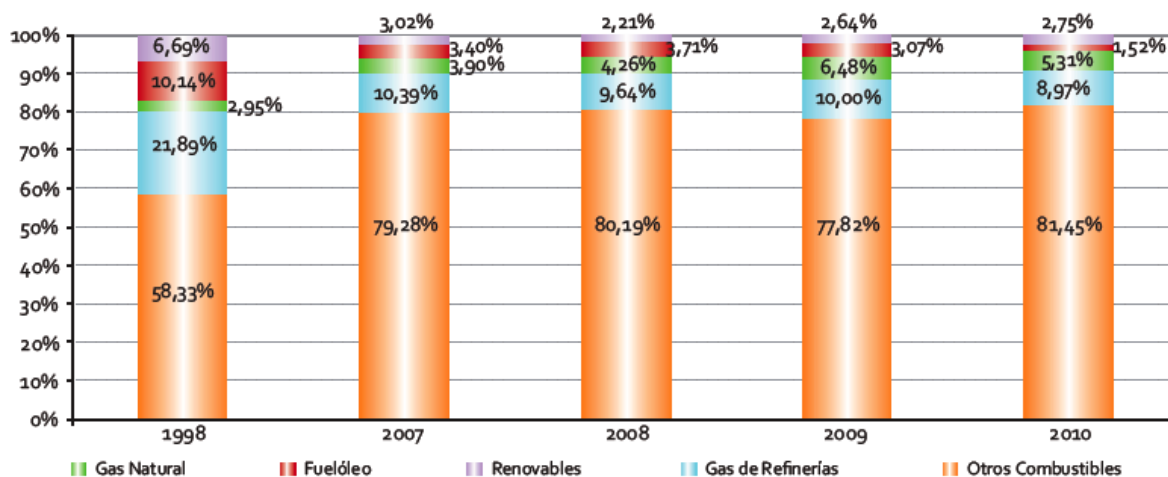


Figura 4. Evolución de la producción eléctrica según combustibles. Fuente: IDAE/Minetur

En los últimos años destaca como se puede ver en la figura anterior la participación al alza del gas natural y de las energías renovables, así como el retroceso continuo del gas de refinerías y del fuelóleo. Así, en términos relativos, en el periodo señalado las energías renovables han incrementado su producción, dos veces con respecto a la producción total, creciendo incluso por encima de los incrementos de producción asociados al gas natural.

A nivel mundial, las energías renovables supusieron un 8% del consumo mundial en el año 2011, un porcentaje bajo todavía, pero con un crecimiento considerable respecto al cómputo global de los años anteriores. Además sólo en Europa el consumo de energía eólica en el año 2011 fue de más del 5% según el estudio realizado por EurObserv'ER titulado “El estado de las energías renovables en Europa en 2011”. Todos estos datos ayudan a contextualizar y valorar el dato español.

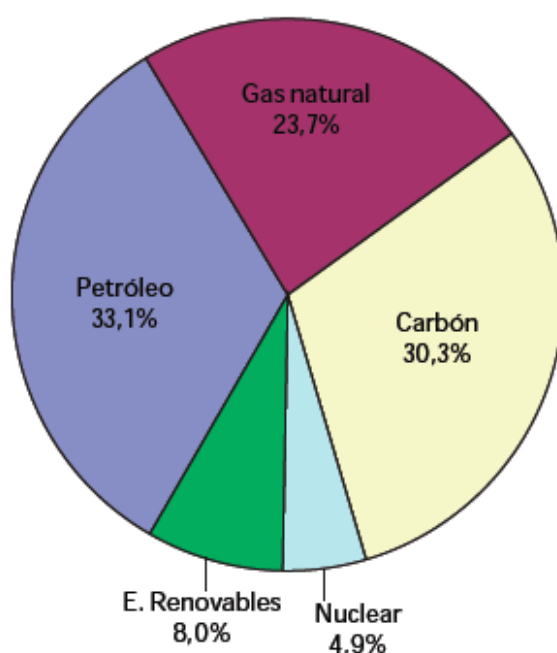


Figura 5. Consumo mundial de energía en 2011. Fuente: BP Statistical Review

En España en las últimas décadas la demanda energética ha seguido una línea progresiva alcista a un ritmo superior al crecimiento europeo, debido en parte al incremento del poder adquisitivo de la población, así como al desarrollo de diversos sectores como el de la construcción o el automovilístico. Sin embargo, desde 2008, el cual la crisis dio comienzo, se observa una tendencia contraria. Para ello, es conveniente analizar los consumos de energía primaria – la que se obtiene directamente de la fuente – y final – aquella con la forma deseada por el consumidor-.

Para el caso de la energía primaria, la tendencia del consumo en la última década va camino de reducir la ya mencionada dependencia de petróleo importado del exterior. En gran medida, esto es debido al cambio de la estructura de la generación eléctrica que se viene registrando en los últimos años. En la siguiente figura se puede observar como el petróleo, en gris, aunque indudablemente es el que tiene mayor porcentaje, ha ido perdiendo valor a favor sobretodo del gas natural y en las energías renovables (color verde).

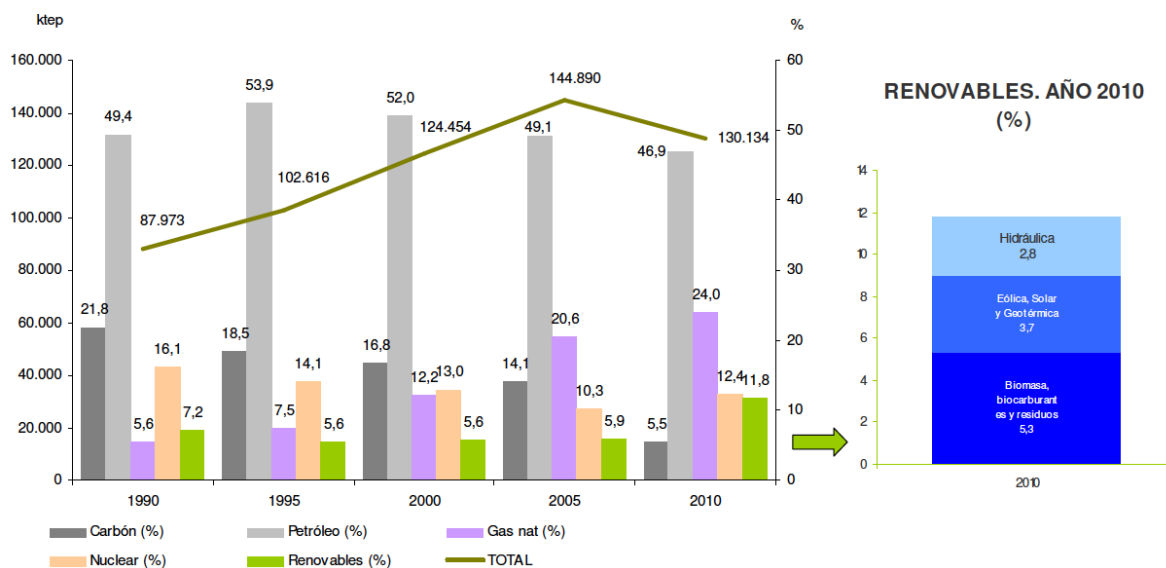


Figura 6. Porcentaje de renovables en el consumo de energía primaria. Fuente: IDAE/MINETUR

El consumo de energía primaria en España en 2011 fue de 129339 Ktep, con descenso del 0,6% sobre el de 2010. Esta demanda se obtiene como resultado de sumar al consumo de energía final, los consumos en los sectores energéticos (consumos propios y consumos en transformación, especialmente en generación eléctrica y refinerías de petróleo) y las pérdidas. En el descenso registrado en 2011, inferior al de la energía final, ha tenido relevancia el cambio de estructura de la generación eléctrica. En concreto en 2011, la recuperación de la generación con carbón, que había caído excepcionalmente en 2010, además del descenso de las producciones eléctricas eólica e hidroeléctrica. Debido a esto, en conjunto, la generación en 2011 tuvo menor rendimiento que el año anterior, en términos de energía primaria, por el tipo de tecnología empleada.

Acompañando a la disminución de los consumos primarios, las energías renovables experimentaron en 2011 una contracción 1,2% en términos de energía primaria, situándose en 14,9 millones de tep; no obstante, las renovables mantuvieron prácticamente la misma participación que en el año anterior, contribuyendo en cerca de un 11,6% a satisfacer la demanda de energía primaria. Exceptuando el carbón, el resto de fuentes energéticas contrajeron su participación en el balance primario, y dentro de éstas, las energías renovables fueron las que experimentaron un menor decremento relativo, poniendo de manifiesto una cierta tendencia a la estabilización en su cobertura a la demanda de energía primaria.

Esto cobra especial importancia si se considera la menor hidraulicidad observada en este año 2011.

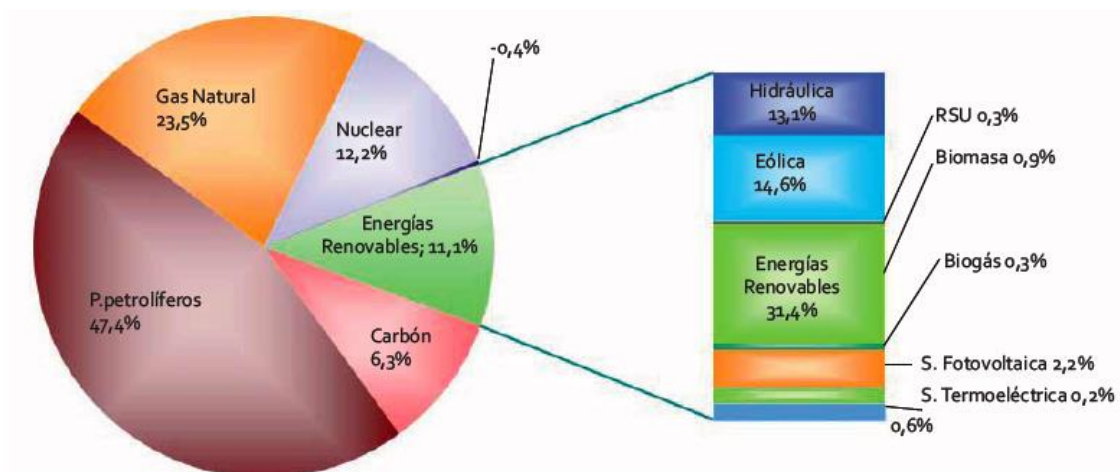


Figura 7. Consumo de energía primaria en España 2011. Fuente: Ministerio de Industria, Energía y Turismo – IDAE

En cuanto a la energía final, el valor de 2011 respecto a 2010 descendió, debido a la coyuntura actual, no obstante la tendencia en los últimos años es alcista como se puede observar en la siguiente figura. Por su parte, el consumo de energías renovables para usos finales en 2011 fue de un 6.8%, lo que es un 13% más que en año anterior.

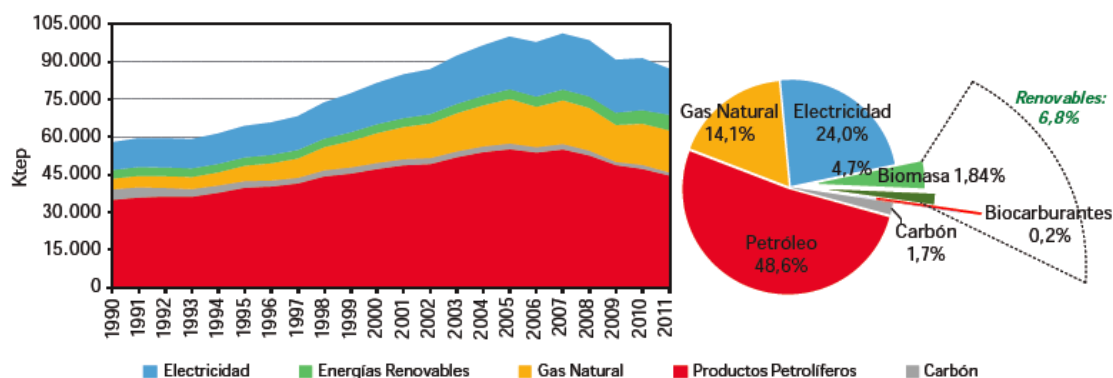
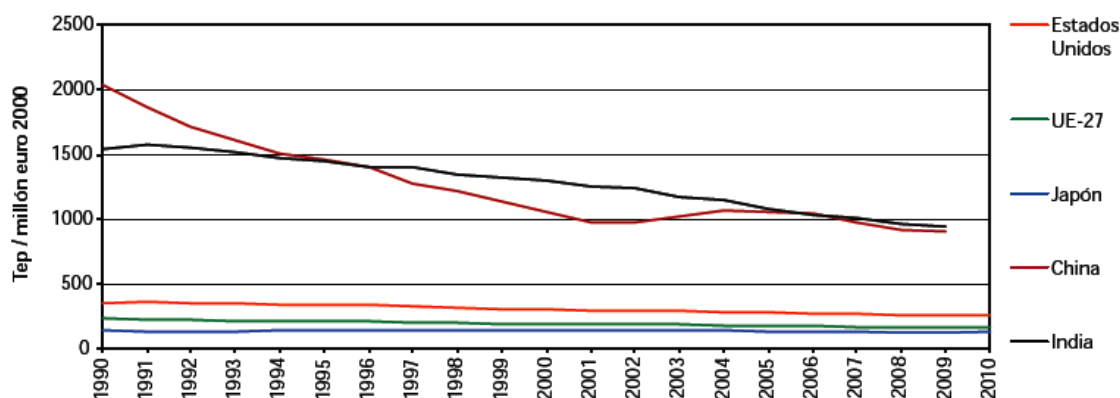
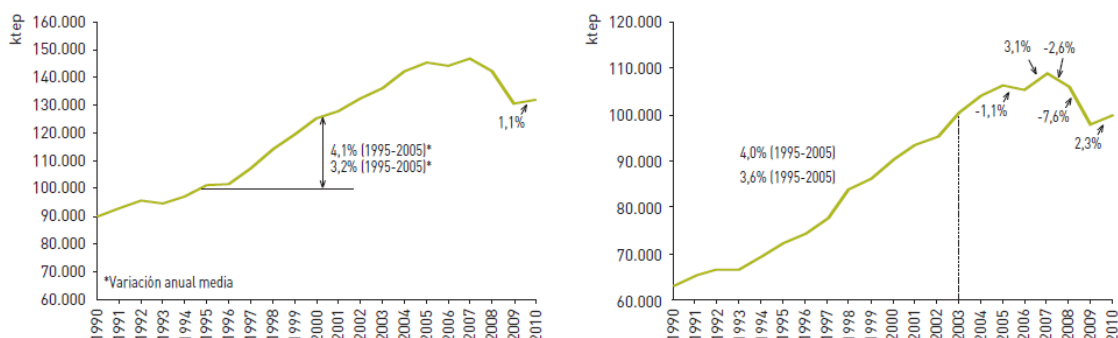


Figura 8. Evolución del consumo energía final en España. Fuente: IDAE/MINETUR.

Medidas como planes de concienciación ciudadana o el autoconsumo van encaminadas hacia el ahorro y la eficiencia. Existe un indicador que se obtiene dividiendo la energía final entre el PIB, la intensidad energética. Ésta subió en 2011 rompiendo una tendencia de mejora que continuaba desde 2004. Los años futuros indicarán si este comportamiento era síntoma de una mayor eficiencia del sistema o consecuencia de la crisis.



2.2. EL SECTOR ELÉCTRICO EN ESPAÑA

Hasta este momento se ha hablado de la energía primaria y final. La energía primaria se puede transformar en energía secundaria, como es el caso de la electricidad. Para analizar el estado del arte del sector eléctrico español, lo más interesante es analizar la demanda y su evolución así como la oferta que se ha producido.

La demanda final de energía eléctrica en 2011 fue de 252848 GWh, que supone un descenso del 3% respecto a la del año anterior (Cuadro 3.1). En el sistema peninsular, la demanda final fue de 238886, un 2,8% inferior a la del año anterior, correspondiendo a las centrales del sistema de Red Eléctrica de España (REE) un descenso del 2,2%, y al autoconsumo del Régimen Especial un descenso del 33,3%. En los sistemas extrapeninsulares, la demanda final fue un 5,5% inferior a la del año anterior, desglosándose en menores consumos en Baleares, 10,3%, en Canarias, 2,1% y en Ceuta y Melilla, 8,4%. Estas tasas, son imputables a la menor actividad económica, tras la recuperación de algunos sectores industriales en el año anterior, y a las diferencias de laboralidad y temperaturas entre los dos años.

En el conjunto, las energías renovables cubrieron el 32% de la demanda, un punto menos que el año anterior, y tres puntos menos que en el año 2010. Pese a ello, como se puede ver en la figura siguiente el crecimiento en los últimos años es muy destacable.

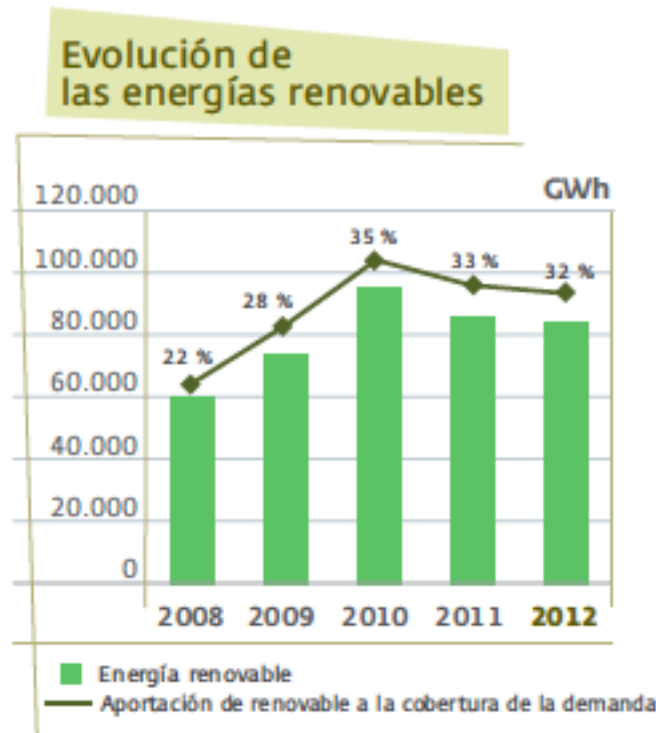


Figura 11. Evolución energías renovables en el sector eléctrico español. Fuente:REE

Por otra parte, lo que podríamos denominar como la oferta existente, la potencia instalada de energías renovables no ha cesado de aumentar en los últimos años como se puede ver en la figura que precede este párrafo, principalmente eólica y solar. La producción eléctrica bruta en el conjunto nacional ascendió en 2011 a 292051 GWh, un 3,6% inferior a la del año anterior. La estructura de generación, muestra un aumento significativo de la producción con algunas energías renovables, como solar fotovoltaica, solar termoeléctrica y biomasa, y un fuerte descenso de la generación hidroeléctrica. Aunque la generación eólica ha bajado el 4,1%, su aportación ha supuesto el 14,5% del total.

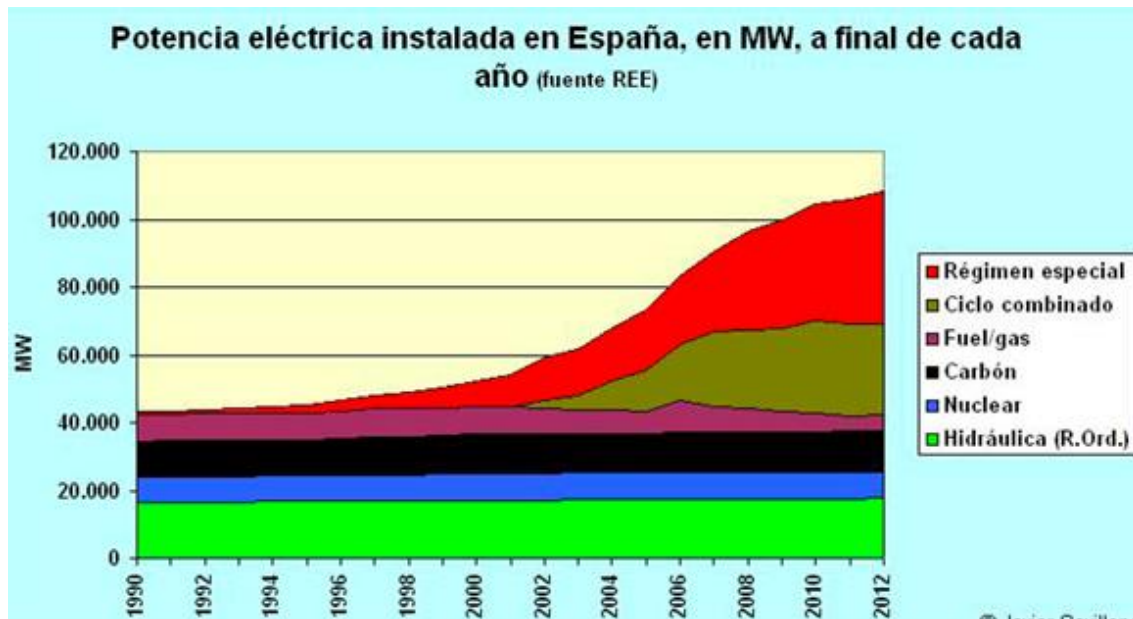


Figura 12. Evolución de la potencia instalada en régimen especial en España. Fuente: REE

Sin embargo, el sector eléctrico en la actualidad está marcado por el déficit tarifario existente. Éste se define como la diferencia entre el total recaudado por las tarifas de acceso a las redes y los costes reales asociados a dichas tarifas, que se da en las actividades reguladas. Esta situación, a pesar de que actualmente se está intentando paliar con una nueva reforma energética, marca las medidas en el sector eléctrico español, encaminadas hacia la disminución de los costos del sistema.

2.3. PRINCIPALES FUENTES RENOVABLES

A continuación, a través de diferentes tablas y figuras se puede analizar el peso de cada una de las tecnologías renovables más destacadas en el panorama nacional. La evolución en la última década ha sido de gran envergadura.

| EVOLUCIÓN DE LA POTENCIA INSTALADA DEL RÉGIMEN ESPECIAL (MW) | | | | | | |
|--|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------|
| | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | %12/11 |
| Hidráulica | 1.981 | 2.024 | 2.038 | 2.043 | 2.042 | -0,1 |
| Eólica | 15.977 | 18.722 | 19.569 | 21.011 | 22.573 | 7,4 |
| Solar fotovoltaica | 3.207 | 3.248 | 3.656 | 4.061 | 4.298 | 5,8 |
| Solar termoeléctrica | 61 | 232 | 532 | 999 | 2.000 | 100,3 |
| Térmica renovable | 595 | 723 | 761 | 867 | 953 | 9,9 |
| Térmica no renovable | 6.797 | 7.019 | 7.183 | 7.265 | 7.240 | -0,4 |
| Total | 28.617 | 31.969 | 33.739 | 36.246 | 39.106 | 7,9 |

Tabla 1. Evolución de la potencia instalada del régimen especial. Fuente: CNE

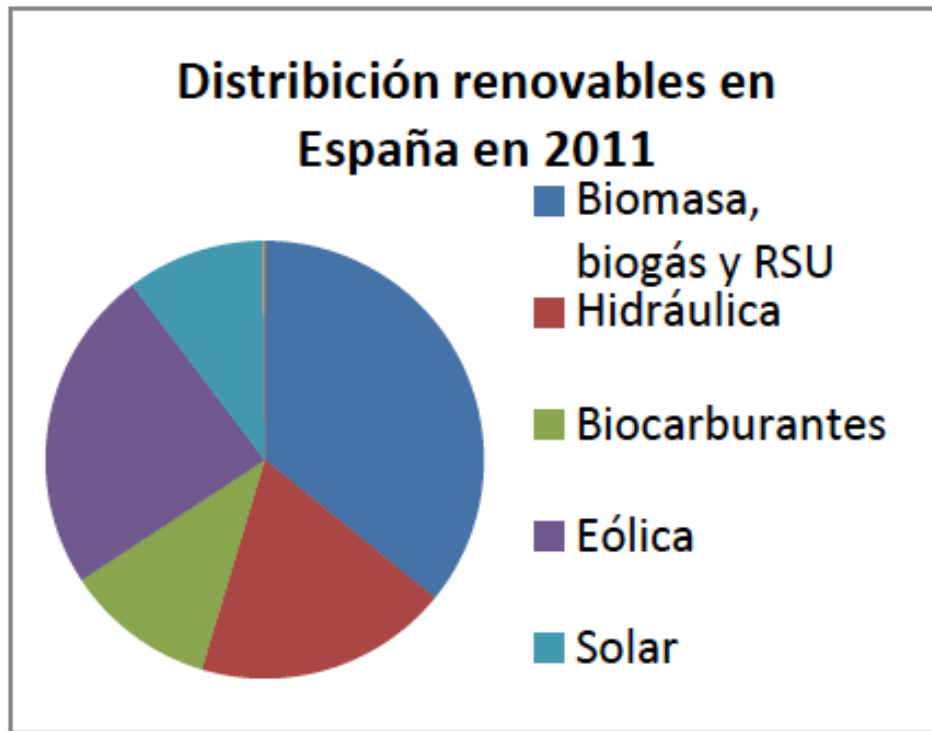


Figura 13. Distribución energías renovables en España. Fuente: IDAE

Como se puede observar la energía procedente de la biomasa tiene una posición preponderante en el conjunto de todas las renovables. Sin embargo este dominio se ha ido reduciendo en la última década. A partir de 2009, la utilización de los biocarburantes, la subida de la energía solar y el despegue de la energía eólica han hecho que la distancia entre estas con respecto a la hidráulica o la biomasa se reduzca considerablemente.

2.4. MARCO NORMATIVO

Tras la segunda crisis del petróleo, de 1979, y teniendo en cuenta la dependencia española de este combustible, se estableció la Ley de la Conservación de Energía en 1980 para intentar reducir dicha tendencia. Remontándose a años más cercanos, en 1997 se definió el objetivo al llegar al 12 % de energías renovables, en 2010. Desde entonces se fueron sucediendo leyes que trataron de imponer a la industria sistemas de generación basadas en este tipo de energía, pero la política resultó ser ineficaz, y en 2004 sólo se había cumplido el 28,4% del objetivo marcado.

En 2005 se aprobó un Plan de Energías Renovables, el PER, y un Plan de Acción para la mejora de la eficiencia energética para llegar al objetivo del 12%. Desde el momento de su puesta en vigor, la aportación de este tipo de energías creció a gran ritmo. En 2007, según

la CNE, se había conseguido más del 85% del objetivo. El gobierno entonces dio un plazo de un año para que las instalaciones en curso no finalizadas se inscribieran en el RAIPRE, Registro Administrativo de Instalaciones de Producción en Régimen Especial, para poder ser beneficiarios de la tarifa regulada establecida. Aquellas que lo hicieran después, se beneficiarían de unas primas de menor cuantía, lo que provocó un descenso vertiginoso en 2009 en la instalación de muchas de estas tecnologías.

En el marco de la regulación de la Unión Europea, la principal norma aprobada en 2012 fue la Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2012, relativa a la eficiencia energética, por la que se modifican las Directivas 2009/125/CE y 2010/30/UE, y por la que se derogan las Directivas 2004/8/CE y 2006/32/CE. Esta disposición, adoptada con el voto en contra de España, establece un marco común de medidas para la promoción de la eficiencia energética dentro de la Unión Europea, afín de alcanzar su objetivo de ahorro del 20 % en 2020 y preparar el camino para más medidas de mejora en la eficiencia energética para esa fecha.

En lo que respecta a la regulación española, durante el 2012 se publicaron numerosas disposiciones de desarrollo de la Ley 54/1997, muchas de ellas enfocadas a fijar medidas para corregir el desajuste estructural entre los ingresos y costes del sector eléctrico, entre las que destacan las siguientes:

- Real Decreto-ley 1/2012, de 27 de enero, por el que se procede a la suspensión de los procedimientos de preasignación de retribución y a la supresión de los incentivos económicos para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de cogeneración, fuentes de energía renovables y residuos, que suprime los incentivos contemplados en el Real Decreto 661/2007 para todas las instalaciones de régimen especial que aún no estuvieran inscritas en los registros de preasignación correspondientes, y suspende los procedimientos de preasignación de retribución de todas las instalaciones para el año 2012.
- Real Decreto-ley 13/2012, de 30 de marzo, por el que se transponen directivas en materia de mercados interiores de electricidad y gas y en materia de comunicaciones electrónicas, y por el que se adoptan medidas para la corrección de las desviaciones por desajustes entre los costes e ingresos de los sectores eléctrico y gasista. Esta disposición tiene un doble objetivo; por un lado, cumplir con la obligación de trasponer las últimas Directivas comunitarias en materia de electricidad, gas y comunicaciones electrónicas, cerrando así los procedimientos sancionadores que había iniciado la Comisión por sobrepasarse los plazos establecidos para su trasposición, y evitando las importantes sanciones económicas que se podrían derivar de estos procedimientos en base a lo dispuesto en el Tratado de Lisboa; por otro, establecer, con carácter de urgencia, una batería de medidas que tienen como objetivo último suprimir los desajustes entre ingresos y costes de los sistemas eléctrico y gasista.
- Real Decreto-ley 20/2012, de 13 de julio, de medidas para garantizar la estabilidad presupuestaria y de fomento de la competitividad, en el que se establecen numerosas disposiciones que afectan a diversos ámbitos de la actividad económica tanto del sector público como del sector privado, entre los que también se incluye el sector eléctrico, para

el que se articulan nuevas medidas destinadas a alcanzar la suficiencia de ingresos para cubrir los costes regulados en el año 2012.

- Ley 15/2012, de 27 de diciembre, de medidas fiscales para la sostenibilidad energética, que regula los nuevos impuestos con los que se gravará a la actividad de generación y los céntimos verdes sobre el consumo de determinados combustibles, cuya recaudación debe destinarse a financiar los costes regulados del sistema eléctrico. A este último efecto, incorpora una disposición adicional relativa a los costes del sistema eléctrico, que tiene por objeto garantizar que los Presupuestos Generales del Estado de cada año incorporen, como una partida de gasto más, la estimación de los ingresos que se recaudarán por el cargo de los impuestos y céntimos verdes regulados en la propia Ley 15/2012. Asimismo, la disposición final primera de la Ley 15/2012 modifica el apartado 2 del artículo 15 de la Ley 54/1997 para determinar que los costes de las actividades reguladas ya no se financian exclusivamente con los ingresos recaudados por los peajes, sino que pueden aplicarse para su financiación partidas procedentes de los Presupuestos Generales del Estado. De esta forma, se adapta la Ley 54/1997 para hacerla coherente con la transferencia de fondos procedentes de los PGE al sistema de liquidación de costes regulados, que se regula en la Ley 15/2012.
- Ley 17/2012, de 27 de diciembre, de Presupuestos Generales del Estado para el año 2013, que, en lo que se refiere al sector eléctrico regula la transferencia mensual al sistema de liquidación de costes regulados del sistema eléctrico de la recaudación efectiva de los impuestos a la actividad de generación y céntimos verdes regulados en la Ley 15/2012.
- Real Decreto-ley 29/2012, de 28 de diciembre, de mejora de gestión y protección social en el Sistema Especial para Empleados de Hogar y otras medidas de carácter económico y social, en el que se modifican dos apartados de la disposición adicional vigésimo primera de la Ley 54/1997, de forma que su nueva redacción permita el encaje tanto regulatorio como numérico de los desajustes entre ingresos y costes del año 2012 y del año 2013 y sucesivos, con plenas garantías jurídicas. El Real Decreto-ley 29/2012 establece asimismo la posibilidad de no aplicar el régimen económico primado a las instalaciones inscritas en el Registro de preasignación que no estén totalmente finalizadas al vencimiento del plazo límite establecido para ser inscrita en el registro del régimen especial.

Finalmente, y aunque de menor rango reglamentario que las anteriores, también merece ser destacada entre las disposiciones relevantes para el sector eléctrico publicadas en 2012 la Orden IET/2598/2012, de 29 de noviembre, por la que se inicia el procedimiento para efectuar propuestas de desarrollo de la red de transporte de energía eléctrica, que inicia un nuevo procedimiento de planificación de los sectores de gas y electricidad, tras el abandono, como consecuencia del cambio de escenario macroeconómico, del procedimiento en curso para el período 2012-2020, conforme a lo establecido en el Real Decreto-ley 13/2012.

De todos los Reales Decretos aprobados durante el año 2012 el más interesante para el presente PFC es el Real Decreto-ley 1/2012. En la propia ley se recoge la futura regulación del balance neto, reconociendo la importancia creciente del consumo de los segmentos de

menor escala, y se destaca la necesidad de diseñar un nuevo modelo retributivo acorde con la situación económica. La comisión Nacional de Energía, por su parte, en su informe 18/2011 señaló que a efectos de atenuar el impacto de la financiación de las primas a las renovables y con el fin de reducir el déficit tarifario, se podrían analizar otros escenarios para buscar financiación en otros sectores u obtener “ingresos generados con subastas de licencias emisión de CO2 a partir de 2013”.

Por otro lado, han sido muchas las voces que se han posicionado en contra de esta medida. Un ejemplo flagrante ha sido la Fundación Renovables, que considera negativos tanto el Real Decreto-ley 1/2012 antes citado como el Real Decreto-ley 13/2012, de 30 de marzo, por el que “se adoptan medidas para la corrección de las desviaciones por desajustes entre los costes e ingresos de los sectores eléctrico y gasista”. Otro ejemplo de disconformidad con la medida ha sido la Asociación Empresarial Eólica o la Unión Española Fotovoltaica (UNEF), partidarios de una política energética “equitativa, que comprometa a todo el sector y no sólo a las renovables”, y consideran positiva una política de incentivos a las renovables incluso en un futuro estado de paridad de red.

2.5. PERSPECTIVAS FUTURAS

En agosto de 2006 comenzó el proceso de planificación para el periodo 2008-2016. Este nuevo proceso, a diferencia de la revisión anterior, extendía el periodo horizonte de 2011 a 2016. El documento final, “Planificación de los sectores de electricidad y gas, desarrollo de las redes de transporte 2008-2016”, fue aprobado por el Consejo de Ministros de 30 de mayo de 2008 y es el documento de planificación actualmente en vigor. El documento aprobado incluye una amplia información sobre las previsiones de la demanda eléctrica y de gas y los recursos necesarios para satisfacerla, estableciendo con carácter vinculante las redes de transporte de electricidad y gas a construir en el período comprendido en la planificación, que se describían pormenorizadamente y para las que se realizaban las estimaciones económicas correspondientes.

Lo cierto es que el futuro tiende hacia un mayor uso de las energías renovables, y eso se traduce en planes para el año 2020 en el que su peso aumentará, aunque la cuantía de este incremento también vendrá dada por la situación económica de cada zona del planeta. La otra senda de futuro es el ahorro energético. Por ejemplo, la Unión Europea tiene como objetivo obtener el 20%, de su energía a través de fuentes renovables, así como reducir su consumo de energía otro 20%, y establece un Plan de Acción Nacional en materia de Energía Renovables para cada estado miembro, el PANER.

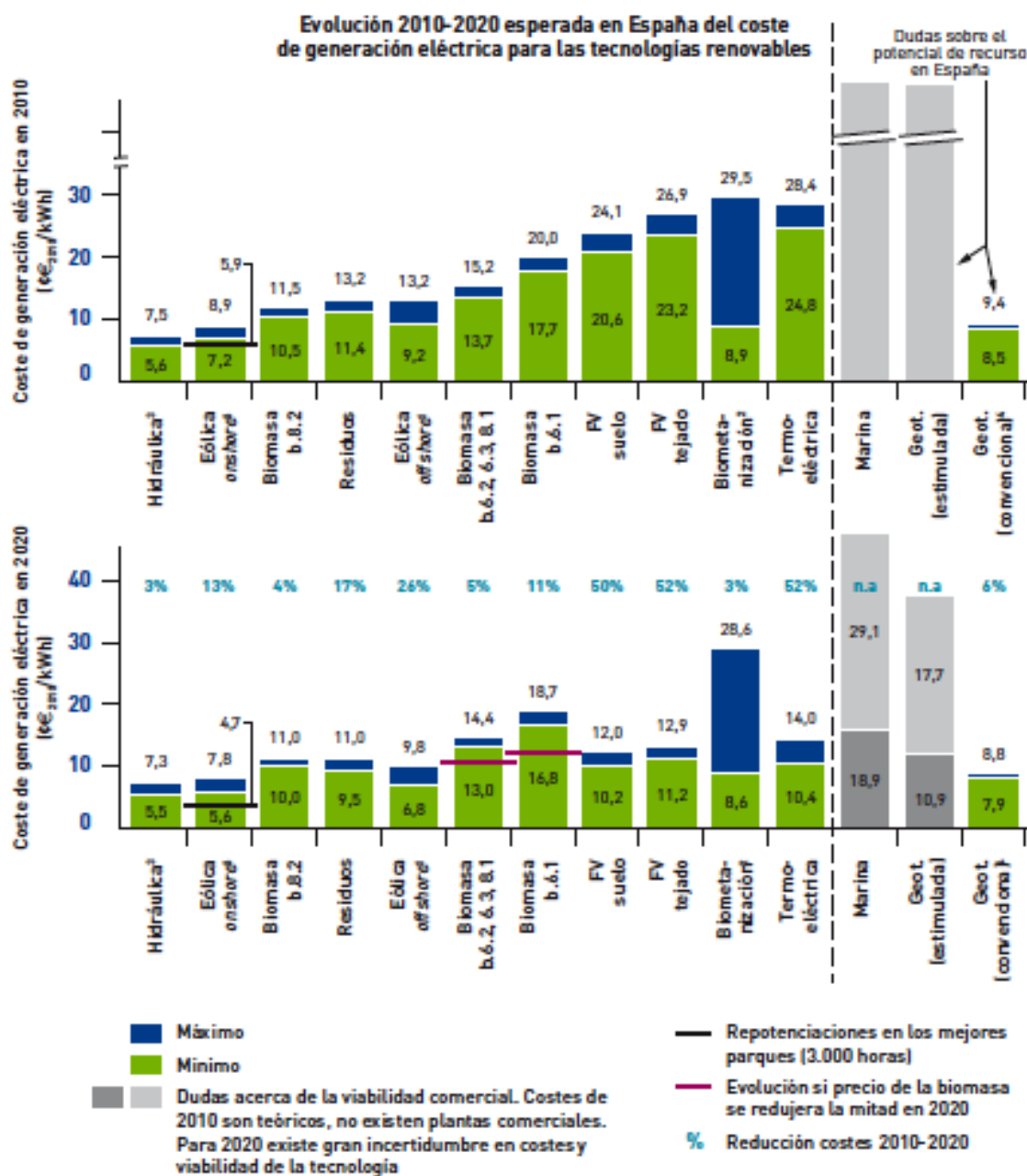


Figura 14. Estimación de generación eléctrica para las tecnologías renovables. Fuente: IDAE

El informe técnico de la IDAE sobre la evolución tecnológica y perspectiva de las energías renovables del año 2011 es optimista en lo que se refiere a su evolución futura y afirma “el conjunto de las energías renovables se encuentra en un momento crítico que puede marcar su desarrollo a futuro. A pesar de los efectos de la crisis económica, a nivel global continuamos experimentando un crecimiento significativo de las energías renovables, en la medida que cada vez más países se están embarcando en planes de desarrollo de energías renovables. Desde la UE con su Estrategia 20-20-20, pasando por China, India (con su

India Solar Mission), Brasil o EEUU, donde hay un creciente foco en la penetración de energías renovables por estado con los Renewable Portfolio Standards”

Hay muchos motivos que impulsan el desarrollo de las renovables por parte de diferentes de los diferentes gobiernos. Los más importantes podrían ser la lucha contra el cambio climático, la independencia energética y la seguridad de suministro o la competitividad nacional y el desarrollo tecnológico y creación de empleo.

Además los elevados precios del crudo no hacen más que reforzar esta tendencia. Se espera por tanto, que las energías renovables constituyan una de las fuentes de energía más relevantes y de mayor potencial de crecimiento en los próximos años.

Los promotores de proyectos renovables y los gobiernos y reguladores deben definir una estrategia coherente a futuro y ser cuidadosos en la selección de su mix tecnológico. Parece claro que se debe tener en cuenta el coste de generación, tanto actual como futuro, y siempre considerando la calidad y cantidad de los recursos naturales existentes y disponibles. Adicionalmente, existen otros factores igualmente relevantes que deben ser tenidos en cuenta a la hora de definir el mix de tecnologías renovables, tales como el desarrollo de un portafolio de tecnologías suficientemente diversificado, el impacto de la generación en el sistema y en la red de transmisión, incluyendo la gestión de la tecnología y el apoyo al desarrollo de la industria local.

| Tecnología onshore | Coste de generación (c€ ₂₀₁₀ /kWh) | | |
|--|--|------|------|
| | 2010 | 2020 | 2030 |
| Onshore (2.200 horas) | 7,7 | 6,8 | 6,4 |
| Onshore (en ubicación de 2.200 horas en 2010) | 7,7 | 6,0 | 5,3 |
| Onshore (en ubicación de 2.900 horas en 2010) | 5,9 | 4,6 | 4,1 |

Tabla 2. Evolución de los costes de generación de la tecnología eólica onshore. Fuente: IDAE

Concretando en la energía eólica únicamente, el reto principal radica como en la gran mayoría de las energías renovables en seguir mejorando la tecnología para reducir costes. Los costes de generación onshore y una reducción más significativa de costes offshore, respondiendo al diferente grado de madurez de ambas tecnologías. Los datos presentados en la figura anterior y que resumen la evolución esperada de costes se encuentran en términos reales de 2010.



3. BALANCE NETO

3.1. INTRODUCCIÓN

Con la situación actual, inmersos en una crisis económica de la envergadura que nos encontramos, está cada vez más en la actualidad la necesidad de una reforma del sistema eléctrico de nuestro país. Existe un gran debate entre las grandes compañías y los pequeños productores, que exigen una ley que regule el autoconsumo y el balance neto.

Estos dos términos hacen referencia a distintas modalidades en las que un consumidor puede generar su propia energía, por ejemplo, mediante una placa fotovoltaica, un generador eólico, un grupo de cogeneración, u otras tecnologías.

Por un lado, el autoconsumo brinda una serie de oportunidades y ventajas para todos los agentes que intervienen en proceso de manera directa o indirecta, tanto que se habla de la “democratización” de la energía eléctrica. Para el sistema, supone implantar un modelo más distribuido, con ventajas como el ahorro generado al evitar pérdidas por transporte y distribución, que supone un coste anual de cerca de 2.000 millones de euros, y las menores necesidades de infraestructura de red.

Para la figura dual de productor-consumidor, este sistema supone un ahorro energético, que se transforma también en económico, a partir de una inversión inicial. Según estudios del Instituto para el Ahorro y la Diversificación de la Energía, la factura eléctrica se podría reducir entre un 60 y un 80%. Si a esto le sumamos la accesibilidad cada vez mayor de la tecnología fotovoltaica y la subida de precios de la electricidad (un 50% desde 2005 hasta 2013), existen estimaciones que creen que será más rentable auto producir energía que comprarla a partir de 2015, llegando al punto de paridad de la red. Otro punto importante del autoconsumo es que además de dar a los usuarios una mayor independencia frente al sistema eléctrico y las empresas del sector, éstos pueden adaptar su curva de generación y demanda lo máximo posible para auto consumir la energía que produce.

Con la utilización de autoconsumo, se podría elevar la cuota de energías renovables, con los consecuentes beneficios que eso implicaría (medioambientales, reducción de la dependencia energética del exterior, y del uso de combustibles fósiles, etc. En el caso de los hogares, utilizando tecnologías como solar fotovoltaica, mini-eólica (objeto del presente PFC), mini-termosolar o microcogeneración por ejemplo. Además, teniendo en cuenta que autoproducir parte de su electricidad puede servir para que el ciudadano se conciencie con el coste de la misma, estableciendo el ahorro como uno de sus objetivos cotidianos y fomentando así un comportamiento responsable y ecológico.

En contrapunto, mientras que en el sistema tradicional sólo hacía falta registrar el dato de energía eléctrica consumida a la hora de generar la factura a los consumidores, para el consumidor-productor habrá que tener en cuenta la cantidad de energía producida que se inyecta a la red, autoconsumida y la que consume de la manera que se venía haciendo hasta ahora, y es aquí donde entra en juego el concepto de Balance Neto.

Esto nace del debate del uso de energías renovables, ya que se produce un desvío entre la curva de generación y la de consumo, por lo que se deberán gestionar esos desvíos y sus costos asociados. Es necesario definir qué se hace con la energía sobrante: almacenarla, traspasarla a la red, etc. Por otro lado existe la dificultad añadida de llevar a cabo una previsión fidedigna de estos desvíos, y para ello es necesaria la aplicación de técnicas de gestión de la demanda eléctrica y de predicción de generación renovable a corto plazo.

Otro inconveniente, no menos importante es la posible reticencia de los consumidores a la hora de instalar un sistema, que conlleva una inversión inicial y que podría ser una barrera, tanto por la cifra como por la posible dificultad de recuperar la inversión.

En la actualidad, un consumidor no puede verter energía a red. Para poder hacerlo ha de solicitar el alta como productor eléctrico, y tras darse de alta, el producto vende toda la energía producida a un precio acordado, y por otro lado compra toda la energía que consume.

Por tanto, se requiere una nueva normativa que regule todos los posibles escenarios. He aquí una dificultad para conseguir el éxito del modelo, ya que son muchos sectores y empresas las que tienen intereses diferentes. Esto por tanto, se convierte en un reto normativo y burocrático para poder definir y establecer cuestiones como qué hacer con la energía autoproducida sobrante o el uso de la red de distribución por parte de los autoconsumidores.

El balance neto representa un paso más en el concepto. Desde hace dos años en España, se ha intentado promulgar el autoconsumo y el balance neto, tal y como se ha realizado en otros países de América y Europa, y de esta manera poder cumplir y superar la directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo relativa a la eficiencia energética que obliga a los países miembros a reducir la dependencia energética de las energías primarias (carbón y petróleo) por medio de incentivar las energías renovables.

Lo que es indiscutible es que es necesario un nuevo escenario de empleo y bienestar económico, ampliamente distribuido por el conjunto del territorio español.

3.2. FILOSOFÍA DE BALANCE NETO.

Balance Neto (en inglés net metering) o medición neta de electricidad, es un sistema de compensación mediante el cual un cliente de la red eléctrica que ha decidido llevar a cabo una instalación autogeneradora de electricidad (paneles fotovoltaicos, minieólica u otros sistemas), se convierte también en productor eléctrico.

En este sistema, se salda la diferencia entre la energía eléctrica neta producida por la instalación de generación y la energía eléctrica consumida por el consumidor eléctrico. Los usuarios pueden compensar la energía consumida y la vertida a la red, saldando así en un “balance” los periodos de generación y consumo y permitiendo al implicado compatibilizar su curva de producción y demanda.

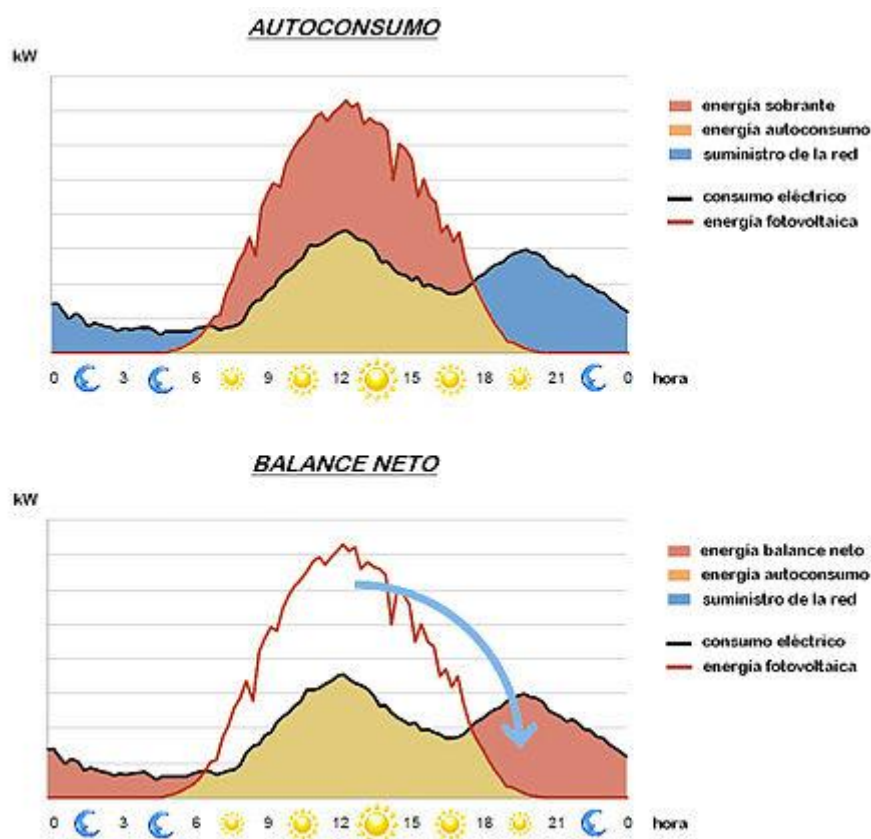


Figura 15. Curvas típicas de consumo y generación fotovoltaicos. Fuente: Wikipedia

En la figura anterior, se puede observar de manera esquemática lo que podría suponer un balance neto fotovoltaico. En este caso, es muy fácil predecir la energía generada ya que depende de las horas de sol.

De esta manera, se pueden dar dos escenarios, por un lado lo que podría denominarse como balance neto “puro” y por otro balance neto “mixto”. El primero (del cuál se aplica en el actual borrador del RD español) no funciona con remuneraciones de excedentes, simplemente se compensa en facturas futuras; y en el segundo caso se remunera la energía excedentaria vertida a la red. Ambos modelos de aplicación de balance neto son utilizados en otros países. En el presente PFC se analizará el Borrador del Real Decreto del Gobierno de España del 18 de noviembre de 2011, en el que se apostará como se ha dicho por el primero modelo. Como ya se ha explicado, sin una ley de este tipo, el autoconsumo parcial en España es legal pero no resulta atractivo.

Con este modelo, es necesario aplicar un periodo temporal para la compensación que sea lo más óptimo posible, periodo durante el cual se puede consumir el excedente de energía que se ha aportado a la red). Por otro lado es también necesario regular cuál será el peaje de acceso a las compañías eléctricas por usar sus redes de distribución, así como la política de incentivos ligados a la adquisición de equipos de generación.

Por tanto de forma resumida, la forma en que las instalaciones se relacionan con la red eléctrica para el modelo de balance neto, dan lugar a que la energía que se produce con la instalación se utilice de las siguientes formas:

- En el caso de que exista una demanda de energía eléctrica en la vivienda en el momento en que se está produciendo, dicha producción se consume de forma instantánea. En algunos documentos es posible ver denominado el balance neto como “consumo instantáneo”.
- En el caso de que exista una demanda mayor que la que se está produciendo en ese momento, la producción se consume de forma instantánea tomando lo que falte, de la red eléctrica.
- Si se da el caso de que exista una demanda menor de energía eléctrica que la que se está produciendo se cedería dicha energía a la red para poder retomarla más adelante.
- Cuando se hace “balance” se contabiliza cuánta energía se ha cedido a la red y cuánto se ha tomado de ella. Todo aquello que supere ese balance de la red habrá que pagar el peaje por la utilización de las redes de distribución.



Figura 16. Balance neto compartido. Fuente: www.morissarroes.es

El modelo de balance neto no sólo es aplicable a una vivienda individual, sino que es extrapolable a un modelo de balance neto vecinal o municipal, es decir, de manera compartida. En el caso del actual borrador del RD de balance neto en España sólo se contempla la posibilidad de aplicarlo en casas individuales debido a su limitación de potencia en instalaciones (100 kW). En el caso de la tecnología minieólica se consideran instalaciones domésticas o de baja potencia aquellas que no superan los 6000 kW.

3.2. BALANCE NETO EN OTROS PAÍSES

En los últimos años, debido al creciente auge de pequeñas instalaciones de energía renovable, el autoconsumo con balance neto ha comenzado a ser regulado en diversos países del mundo, siendo una realidad en países como Alemania, Italia, Dinamarca, Japón, Australia, Estados Unidos, Canadá y México, entre otros. A continuación se va a analizar la situación del autoconsumo por balance neto en diferentes países.

3.2.1. UNIÓN EUROPEA

Los países miembros de la Unión Europea tienen como base normativa la directiva 2009/28/CE, del Parlamento Europeo y del consejo, que regula el fomento de la energía procedente de fuentes renovables y establece la obligación de racionalizar y acelerar los procedimientos administrativos de autorización y conexión a redes de distribución y transporte de energía eléctrica. Así mismo, regula las líneas generales que deben regir el acceso a las redes y funcionamiento de las mismas en relación con las energías renovables.

El modelo para impulsar las energías renovables de la Unión Europea está basado en un mecanismo de incentivos, que trata de promover la introducción de este tipo de energía a la red eléctrica mediante una tarifa de suministro o “feed in tariff” (FIT). Por este sistema han apostado muchos de los países como Dinamarca, Francia, Alemania, Grecia, Italia, Holanda, Portugal, España o Suecia. Los generadores de energía mediante fuentes renovables reciben una tarifa garantizada por un periodo de tiempo determinado, lo que aumenta el atractivo al disminuir los riesgos de la inversión. Su principal inconveniente es el sobreprecio que los clientes finales pueden llegar a pagar por la energía consumida, ya que al evolucionar la tecnología, los costes de producción caen, pero la tarifa se mantiene en los valores en que fuera definida.

BÉLGICA

La medición neta actualmente está prevista para instalaciones fotovoltaicas de menos de 3 kWp desde 1998 para todo el país. En la región de Flandes se aplica para todas las renovables desde el año 2004.

En este país, la política de energías renovables se lleva a cabo por los gobiernos regionales, a excepción de la energía eólica – bajo un marco común. Es obligación del operador de la red la compra de “certificados verdes” al precio mínimo indicado por la ley. Los suministradores de electricidad tienen la obligación de presentar dichos certificados para probar que hay parte de la cuota de energía que proviene de fuentes renovables.

DINAMARCA

En el año 1998 el sistema de medición neta para instalaciones fotovoltaicas de propiedad privada se estableció por un periodo de cuatro años. En 2002 se amplió otros cuatro años y en este país la medición neta ha demostrado ser una forma barata y fácil de administrar. Durante el 2005, la medición neta para sistemas fotovoltaicos de propiedad privada se hizo permanente.

Actualmente, está permitida para para todas las tecnologías renovables excepto la geotérmica. Es obligatorio que las instalaciones sean al 100% propiedad del propio consumidor. En el caso de la energía eólica, es obligatorio que esté conectada a un sistema privado de suministro. En otros casos, como la biomasa, biogás o hidroeléctrica, la capacidad máxima es de 6 kW por edificio, el cual no puede estar dedicado al comercio.

| | Precio de la electricidad (€/kWh) | | | | | |
|--------------|-----------------------------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|
| | Residencial (1) | | | Industria (2) | | |
| | 2009 | 2010 | 2011 | 2009 | 2010 | 2011 |
| EU-27 | 0.163 | 0.167 | 0.178 | 0.107 | 0.105 | 0.110 |
| Belgium | 0.192 | 0.196 | 0.214 | 0.111 | 0.106 | 0.110 |
| Denmark | 0.270 | 0.267 | 0.291 | 0.086 | 0.094 | 0.099 |
| Germany | 0.228 | 0.238 | 0.253 | 0.113 | 0.112 | 0.125 |
| Ireland | 0.203 | 0.180 | 0.190 | 0.121 | 0.112 | 0.116 |
| Greece | 0.115 | 0.118 | 0.125 | 0.095 | 0.095 | 0.101 |
| Spain | 0.158 | 0.173 | 0.195 | 0.115 | 0.117 | 0.114 |
| France | 0.121 | 0.128 | 0.138 | 0.073 | 0.085 | 0.085 |
| Italy | 0.210 | 0.197 | 0.201 | 0.153 | 0.139 | 0.153 |
| Malta | 0.171 | 0.170 | 0.170 | 0.151 | 0.180 | 0.180 |
| Netherlands | 0.190 | 0.170 | 0.174 | 0.113 | 0.104 | 0.103 |
| Poland | 0.113 | 0.134 | 0.147 | 0.090 | 0.098 | 0.101 |
| Portugal | 0.151 | 0.158 | 0.165 | 0.094 | 0.094 | 0.099 |

(1) Consumo anual: 2.500kWh < consumo < 5.000kWh

(2) Consumo anual: 500MWh < consumo < 2.000MWh, VAT (Value Add Tax) excluida

Tabla 3. Precio de la electricidad residencial e industrial por países. Fuente: Asociación Empresarial Eólica

Como se puede observar en el gráfico anterior, hay que tener en cuenta que el precio de la electricidad residencial es el más alto de Europa, y por tanto, esta tecnología no sería rentable sin los programas de descuento actuales, ya que con ellos es más rentable autoproducir electricidad que comprarla de la red.

Los incentivos del sistema danés se basan en incentivos fiscales; en el caso danés, aquellos productores que utilicen su electricidad generada para el autoconsumo están exentos del pago del PSO (Public Service Obligation), destinado a apoyar la energía renovable. Además, en el caso de que se produzcan excedentes, se puede utilizar la energía generada en el momento en que se necesite gracias a créditos energéticos.

Por tanto, en el caso danés es fácil ver que los incentivos del autoconsumo son la tarifa ventajosa que existe, el crédito energético y por tanto el ahorro en la factura final.

FRANCIA

El caso francés es un caso diferente, ya que la energía que producen los productores domésticos de energía puede ser comprada a un precio mayor que el que se carga a los consumidores. Por tanto, se recomienda por ello, vender toda la energía producida y comprar la energía necesaria para el consumo a un precio menor. Dicho precio, es fijado durante un período de 20 años por el gobierno.

| Venta del excedente de producción (Netmetering) | | | | Venta del total de la producción | | | |
|---|---------------------------|--|------------------|--|---------------------------|--|------------------|
| Producción anual (kw h) | Auto-consumo anual (kw h) | Precio de la electricidad de uso residencial | Tarifa 2010 BIPV | Producción anual (kw h) | Auto-consumo anual (kw h) | Precio de la electricidad de uso residencial | Tarifa 2010 BIPV |
| 4000 | 2900 | 0.16 € | 0.58 € | 4000 | 2900 | 0.16 € | 0.58 € |
| El usuario recibe(la diferencia entre producción y autoconsumo) *FIT | | | 638 € | El usuario recibe la producción total *FIT | | | 2.320 € |
| El usuario se ahorra | | | 464 € | El usuario paga | | | 464 € |
| Ganancia total del usuario | | | 1.102 € | Ganancia total del usuario | | | 1.856 € |

Tabla 4. Ejemplo de rentabilidad de autoconsumo en Francia. Asociación Empresarial Eólica

ITALIA

Italia posee un sistema de apoyo diferente, mezclando la medición neta y una prima bien segmentada FiT (tarifa omnicompreensiva).

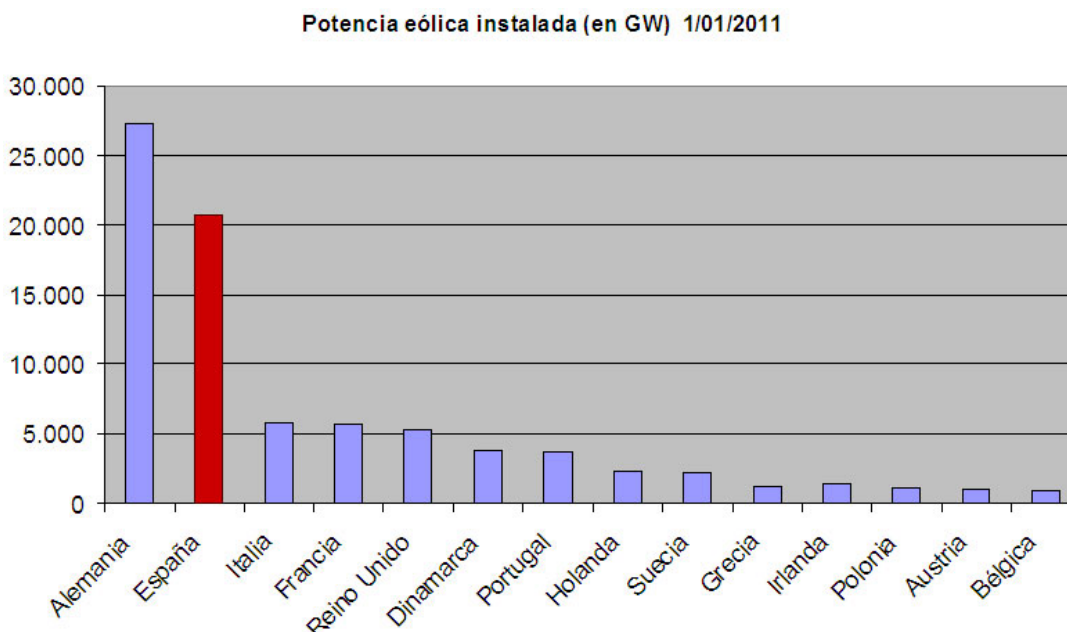


Figura 17. Potencia eólica instalada en Europa. Red Eléctrica Española

Como se puede observar en la figura anterior, Italia no es el país que más potencia eólica tiene en Europa, no obstante es el tercero, y el auge que ha sufrido en los últimos años ha sido muy grande.

El modelo por el que ha apostado, combinando entre la compensación económica y el crédito del exceso de producción por tiempo indefinido llamado “Scambio sul posto”, está basado en el equilibrio entre la energía generada y consumida, y ofrece la posibilidad de inyectar la energía producida a tarifa incentivada en la red eléctrica y con el distribuidor local a ser estipulado y verificado por un Gestor de Servicios Energéticos.

Todas aquellas instalaciones que no excedan los 20kW o entre 20kW y 200kW puestas en servicio después de 2008 pueden acogerse a esta fórmula. El balance se realiza una vez al año, y en él se valoran la electricidad inyectada a la red y la consumida. Dependiendo del resultado de este balance se recibe un crédito o un abono. Los cálculos se realizan no por el valor directo del kWh sino con discriminaciones horarias y la electricidad se puede compensar durante un periodo limitado de tiempo.

La contribución al crédito del exceso de producción por tiempo indefinido que antes se ha nombrado “Scambio sul posto”, expresado en una fórmula en términos económicos, tiene una componente de la energía intercambiada y otra del servicio que conlleva. El primer término de esta fórmula es el mínimo entre el valor neto de la energía suministrada por la red distribuidora, una vez es restado el coste de transporte y distribución y el valor de la energía inyectada. El segundo término es el coste variable unitario del transporte y distribución de la electricidad multiplicada por la energía intercambiada. Y por último, el crédito que da derecho a consumir electricidad futura se produce cuando el valor equivalente de la energía inyectada es mayor que el valor neto de la energía suministrada por la red y se obtiene restando ambos valores.

Actualmente, el incentivo total se compone de la tarifa para toda la producción fotovoltaica (el FiT), más los beneficios económicos y en crédito si correspondiera del “Scambio sul Posto”, más el ahorro correspondiente en la factura derivado del autoconsumo.

ALEMANIA

El país germano, fue uno de los primeros países en aplicar un buen sistema de autoconsumo. Allí disfrutan de un balance neto muy favorable al consumidor. Se prima el exceso de producción y, además, el hecho de consumir lo que uno mismo produce ya constituye en sí mismo un ahorro para el consumidor. En Alemania han sido pioneros a la hora de generar incentivos a nivel nacional para que cada hogar pueda aportar a la red nacional exceso de electricidad generada con paneles solares.

El gobierno alemán insta a las compañías eléctricas a comprar la electricidad proveniente de fuentes renovables con una tarifa especial que desde el 2000, permite al usuario calcular el rendimiento de su instalación a veinte años vista. Cada vivienda puede generar su propia electricidad y estar segura de que siempre que quiera vender el sobrante de energía que

genere alguien la comprará. Para aquellas personas que desean hacerlo desde su hogar, se les podrá instalar dos medidores, por un lado uno que cuente la electricidad que se suministra a la red y otro que mida el consumo desde la red. En la factura final, se descontaría del consumo lo que se haya inyectado de energía renovable.

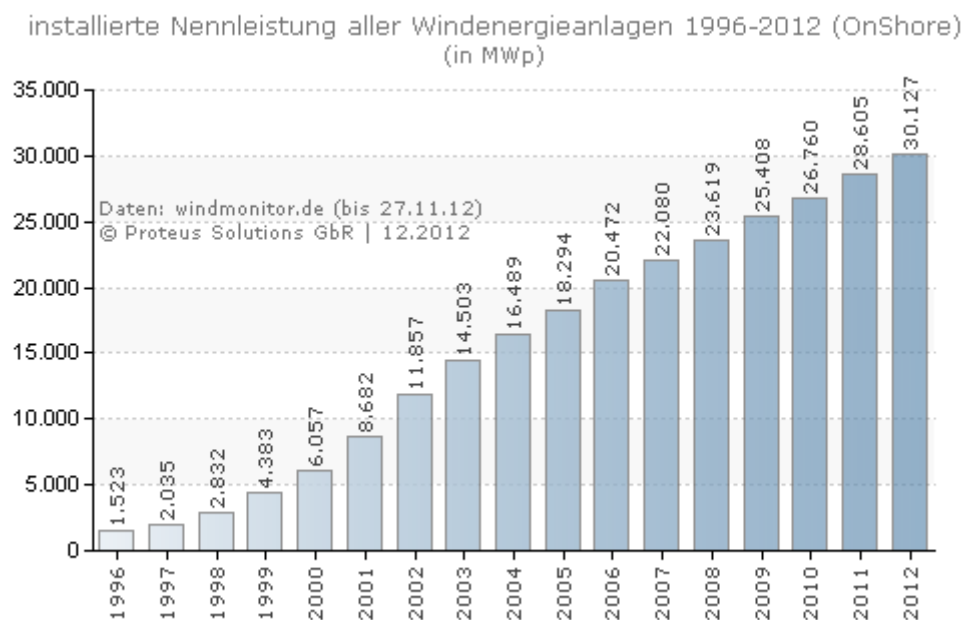


Figura 18. Potencia instalada de energía eólica en Alemania por año. Windmonitor

Este modelo de tarifas, llamado “feed-in Tariff” es el más favorable porque le da seguridad al generador y no hacen falta contratos individuales a negociar entre el generador y el comprador. Por otro lado, en este sistema alemán siempre hay transportistas en determinadas áreas que deben comprar energía renovable a tarifas más altas que en otras zonas donde se genera menos electricidad renovable.

Para evitar que se produzca el hecho de que existan diferentes precios según la zona, existe un mecanismo de compensación, clave para el desarrollo de las energías renovables bajo un sistema con acceso prioritario a la red y con remuneración de tarifas fijas. Próximamente, se prevé que entre en vigor una nueva regulación que obligará a que cada instalación doméstica consuma un 20% de la energía que produzca, y en el caso de que la venda toda a la red, sólo recibirá un 80% de la retribución.

REINO UNIDO

En el país británico, el año 2011 fue un año de grandes cambios en cuanto a normativa se refiere, donde se redefinieron las nuevas tarifas para 2012. Por ejemplo, en el caso de la tecnología fotovoltaica, éstas se vieron reducidas en un 50% los incentivos para instalaciones de pequeño tamaño. El gobierno ha anunciado un plan ambicioso para 2020, lo que refleja la concienciación del país respecto a las tecnologías renovables.

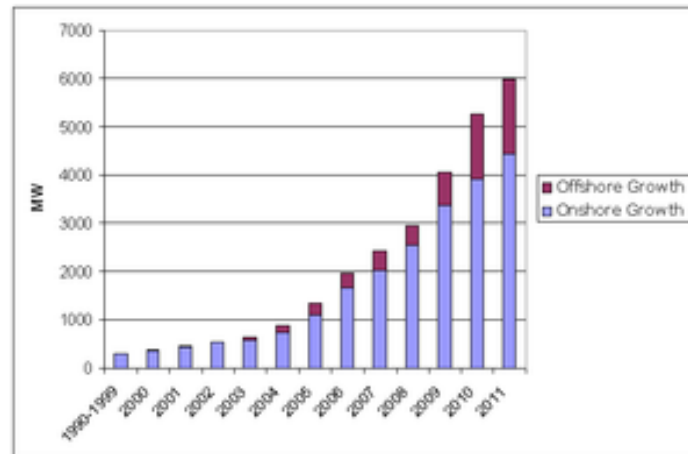


Figura 19. Potencia eólica instalada en UK a lo largo de los años. Fuente: www.evwind.com

En este sistema, no existe distinción normativa entre consumidores residenciales y comerciales. El modelo de tarifas es simple y conviven los tres tipos: tarifa de generación, aplicada a toda la electricidad producida; tarifa de exportación para los kWh generados en exceso; y tarifa de importación que paga el cliente final en el punto de consumo. Es decir, se compra la electricidad cuando se necesita y se exporta cuando se genera de más a cambio de una compensación económica.

Toda la energía que se produzca recibe un incentivo mediante la tarifa de generación y además la energía exportada recibe una compensación añadida, tarifa de exportación.

HOLANDA

El caso holandés de balance neto es muy parecido al danés, y se pueden acoger a él las instalaciones de hasta 15 kW.

La electricidad de origen renovable recibe una tarifa especial por encima del precio de la electricidad en el mercado mayorista y es promovida a través de beneficios fiscales. El mercado holandés es muy competitivo y se están desarrollando nuevas formas de negocio, como la compra en común de electricidad por parte, por ejemplo, de vecindarios.

3.2.2. RESTO DEL MUNDO

CANADÁ

Actualmente en Canadá, el tema de la regulación energética es a nivel regional y por tanto son diferentes normativas las que rigen en cada una de ellas. En el caso de las regiones de Québec, Ontario, Nueva Escocia y Minitoba cuentan con el sistema de balance neto para regular el autoconsumo.

En el caso concreto de Ontario, está permitido a aquellos consumidores que generen electricidad a partir de fuentes eólica, solar, hidráulica y biomasa con equipos de hasta 500 kW. En el caso de que la generación sea mayor que el consumo, los créditos debido a los excesos solo pueden ser consumidos en un periodo de once meses consecutivos.

MÉJICO

En todas las regiones del país existe un esquema de interconexión para fuentes de energía fotovoltaica a pequeña escala siempre que la infraestructura lo permita. No obstante, el autoconsumo mejicano está pensado para facilitar el almacenamiento de producción eólica y geotérmica. Existe una tarifa especial de transmisión del uso de la red eléctrica pública si el consumidor posee parte de las instalaciones para la generación de electricidad. En general, las compañías deben dar prioridad a la energía generada a través de fuentes renovables, y realizar el balance de la energía suministrada y consumida. En el caso de que un consumidor genere excedentes de producción de energía y lo ceda a la red pública la tarifa mínima que se le aplica tiene vigencia de un año. En el caso de no tener excedentes se le cobraría la diferencia entre el consumo de la red y la generación del periodo, pero siempre se le cobra la mayor de las opciones, o ésta última o la tarifa mínima en el caso de haberse producido.

ESTADOS UNIDOS

A diferencia del modelo europeo, los incentivos por el uso de energías renovables son diferentes, y dependen en gran medida de cada estado. No obstante, a pesar de que la fórmula usada para calcular estos incentivos es diferente dependiendo de cada estado, consiste en una subvención a la inversión a través de exenciones tributarias, pero sin una tarifa en el tiempo como en el caso europeo, y el tanto por ciento de energía consumida que debe ser de origen renovable depende de la normativa de cada Estado.

La evolución del caso americano es muy diferente a la del caso europeo y se podría decir que incluso opuesta. En Estados Unidos ya lleva años funcionando el autoconsumo por balance neto y los cambios que se llevan produciendo últimamente son más hacia la idea de complementarlo con subvenciones directas a las renovables, las tarifas “FiT”. Comparándolo con el caso español se podría decir que es al revés, ya que España lleva años desarrollando estas tarifas, y actualmente quiere evolucionar hacia una regulación del autoconsumo.

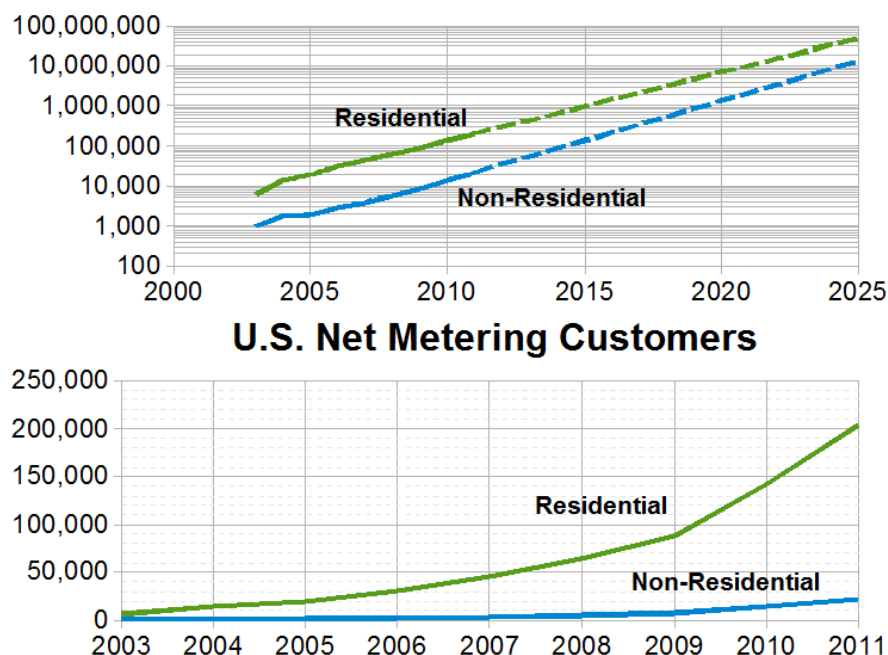


Figura 20. Evolución del sistema de balance neto en Estados Unidos. Fuente: Wikimedia Commons

Se podría decir que en Estados Unidos de América existe un sistema de balance neto desde 1978, y actualmente más de 40 estados utilizan alguna variante de la medición neta (también denominado allí crédito eléctrico). Dentro de estos estados algunos se decantan por un sistema de balance neto puro, otorgando créditos para la energía excedentaria, y otros apuestan por el balance neto mixto, donde se prima económicamente la electricidad. Destacan California, New Jersey, Colorado, Maryland y Pensilvania como aquellos con una calificación más favorable para el autoconsumo.

California constituye uno de los claros ejemplos de autoconsumo, es uno de los más longevos de Estados Unidos siendo el sistema de 1996, y el que más éxito ha tenido. Más de un tercio de la potencia fotovoltaica instalada está acogida al régimen de autoconsumo, ya que el precio de la electricidad residencial es elevado.

El sistema de balance neto californiano se estipula como un acuerdo entre la compañía y el consumidor-productor, al que pueden acogerse instalaciones solares fotovoltaicas y mini-eólicas de hasta 1 MW. En el caso de la energía fotovoltaica, la energía excedente se inyecta a la red y el usuario sólo paga la diferencia entre la energía extraída y la inyectada. En este sistema, el valor de la energía fotovoltaica inyectada a la red genera un crédito de consumo cuyo valor es igual al precio minorista de la electricidad. Otra característica destacable del sistema californiano, es que las utilities asumen el costo del sistema de balance neto pero lo repercuten directamente en el conjunto de consumidores de electricidad. La compañía eléctrica asume el coste causado por la energía inyectada a red por los usuarios del sistema de balance neto y sumen también los costes asociados al incremento de la carga administrativa.

Otro estado destacable es Hawai. En las islas de Hawai, es un caso diferente al anterior estado del que se ha hablado, y es interesante de explicar ya que se puede hacer una comparación lejana pero no demasiado dispar con los sistemas extrapeninsulares en España, como las Islas Canarias. Las tecnologías autorizadas para el balance neto son la fotovoltaica, eólica, biomasa e hidroeléctrica, tanto a nivel residencial, comercial como gubernamental. Aquellos consumidores que producen más electricidad que la consumida durante un mes obtienen un crédito en kWh para la factura del mes siguiente. Al final de cada periodo de 12 meses estipulado, no se produce ninguna compensación económica para el excedente de electricidad.

BRASIL

En el año 2012, se aprobó la norma que regula el acceso a las instalaciones de microgeneración y minigeneración distribuida a los sistemas de distribución de energía eléctrica, creando un sistema de compensación de la electricidad. En el caso de que se genere más energía de la que se consuma se obtendrá un crédito, que podrá ser utilizado en un periodo de 36 meses.

En países como Japón, Chile, Australia, Tailandia, Namibia o Panamá entre otros también disfrutan del modelo de balance neto. Los casos de Chile y Australia son parecidos, donde los consumidores se benefician de descuentos en la factura y reciben un ingreso por la producción neta que inyectan en la red de distribución. Japón sin embargo tiene un sistema parecido al americano pero de ámbito municipal donde los autoconsumidores residenciales tienen un subsidio para la instalación. En la siguiente tabla se puede ver un resumen de algunos de los países más importantes en la gestión de balance neto.

| PAÍS/ESTADO | TIPO BALANCE NETO | CONDICIONES |
|----------------------------|--------------------|--|
| Dinamarca | Balance neto puro | Tarifa preferente + Eliminación PSo |
| Hawai (EE.UU.) | Balance neto puro | Se puede compensar económicamente si el cliente y la compañía lo estipulan así |
| Arkansas (EE.UU.) | Balance neto puro | - |
| Alemania | Balance neto mixto | FiT + Incentivo autoconsumo + (Incentivo autoconsumo instantáneo > 30%) |
| Italia | Balance neto mixto | FiT + “Scambio sul posto” |
| Reino Unido | Balance neto mixto | FiT + Tarifa exportación |
| California (EE.UU.) | Balance neto mixto | Los acogidos al programa “Net metering energy” |
| Japón | Balance neto mixto | Obligación de comprar el excedente durante diez años |
| Colorado (EE.UU.) | Balance neto mixto | - |

Tabla 5. Resumen de tipo de balance neto por países. Fuente: elaboración propia

3.3. BALANCE NETO EN ESPAÑA

En España, como se habla en el presente PFC, existe un borrador de Real Decreto por que se establece la regulación de las condiciones administrativas, técnicas y económicas de la modalidad de suministro de energía eléctrica con balance neto, elaborado por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

Han sido muchos los que han hecho propuestas y estudios para balance neto en España, siendo IDAE uno de los que avanzó más dicho proyecto. España es uno de los pocos países occidentales desarrollados donde el balance neto está pendiente de regulación. En el año 2011 hubo una primera fase de aprobación con el Real decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se estableció la regulación de las condiciones administrativas, técnicas y económicas de la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.

Se esperaba que a finales del año 2012, se aprobara la norma que indicara las condiciones técnicas necesarias para dichas conexiones y la regulación de un modelo de balance neto adecuado a las características del sistema eléctrico nacional. Sin embargo la fecha de aprobación del Real Decreto sigue estando pendiente.

En al ámbito europeo hay varios estudios sobre balance neto tanto para España como para el resto de Europa, compañías como SunEdison, Deloitte o UNEF se han declarado al respecto.

SunEdison, recoge que a medio plazo, en algunos países de la Unión Europea como España, la tecnología de autoconsumo será competitiva. En cuanto a la paridad de red dinámica – punto en que es indiferente comprar la electricidad que generarla, considerando los costes del ciclo de vida completo de la instalación y las expectativas del precio futuro de la electricidad –, el informe señala que entre 2014 y 2020 más de 129 millones de viviendas pueden alcanzarla entre Italia, España, Francia, Alemania y Reino Unido, ordenados por orden de llegada.

La consultora Deloitte, en septiembre de 2011, realizó una presentación en la “Jornada sobre el Autoconsumo” realizada en Zaragoza. En ella, presentaba una serie de conclusiones para que se produzca un despliegue masivo del autoconsumo en nuestro país. En su opinión, el éxito del mismo se verá condicionado por las políticas de promoción y la normativa que se adopte, teniendo en cuenta a todos los agentes implicados. En el documento se analizan los retos a superar, y las implicaciones que supondría un despliegue masivo.

Los retos a afrontar, tanto regulatorios como organizativos y financieros, los dividen en cuatro puntos. El primer caso se refiere a los factores externos, es decir, todo aquello que rodea al autoconsumo. Se considera necesario definir un modelo de negocio y un marco regulatorio favorable, además de tener en cuenta los factores socio-económicos presentes y futuros, ya que pueden incidir en la inversión necesaria para instalar este tipo de sistemas. La evolución de la industria fotovoltaica también juega un papel importante, sus tendencias y el tiempo en que la curva de aprendizaje lleve a menores costes de generación con

tecnología fotovoltaica. Un factor importante radica en cómo se acometa el control del fraude a través de un modelo que impida el aprovechamiento de este sistema para fines distintos a los que se ha concebido.

El segundo gran reto tiene que ver con la infraestructura requerida y las operaciones a realizar para las empresas que apuesten por este modelo. Conlleva gestionar activos y definir la cadena de suministro, donde conviven actividades como el transporte, almacenamiento, generación o distribución. Se deben tener en cuenta aspectos financieros, tanto del sistema en su conjunto como la propia financiación, planificación y elaboración de presupuestos para las instalaciones, e incluso consideraciones fiscales. Es importante atender a los aspectos legales, entre los que se deben estudiar cómo serán los contratos que unan a autoconsumidores y compañías, mecanismos para la resolución de conflictos o cómo se gestionarán los permisos y licencias. No se debe olvidar el siempre presente componente humano, que aparece en la necesidad de la formación del personal, algo importante a la hora de la gestión del cambio. También influyen la investigación, el desarrollo y la innovación en cuanto a tecnología fotovoltaica. Hay otros componentes que no por ser conocidos son menos importantes, como la gestión de datos y la seguridad de la información. El éxito que tengan los programas piloto, la estrategia marketing y la atención a los clientes son otros de los puntos a tener en cuenta.

Hay retos que corresponde resolver al Gobierno, como la regulación teniendo en cuenta todos los grupos interesados, además de la supervisión y el control que se ejerza sobre el sistema una vez establecido. Por último, según Deloitte hay un cuarto punto a la altura del resto, y es la gestión de la información por parte de las compañías hacia los clientes y los reguladores del mercado.

Si se consiguiera alcanzar que el autoconsumo sea un sistema masivo, implicaría “un cambio estructural de la cadena de valor clásica de la industria energética en España”, pasando de un esquema con flujos unidireccionales donde proveedores y clientes son grupos distintos a otro en el que los clientes generan energía y existe un flujo bidireccional que fomenta la interoperabilidad.

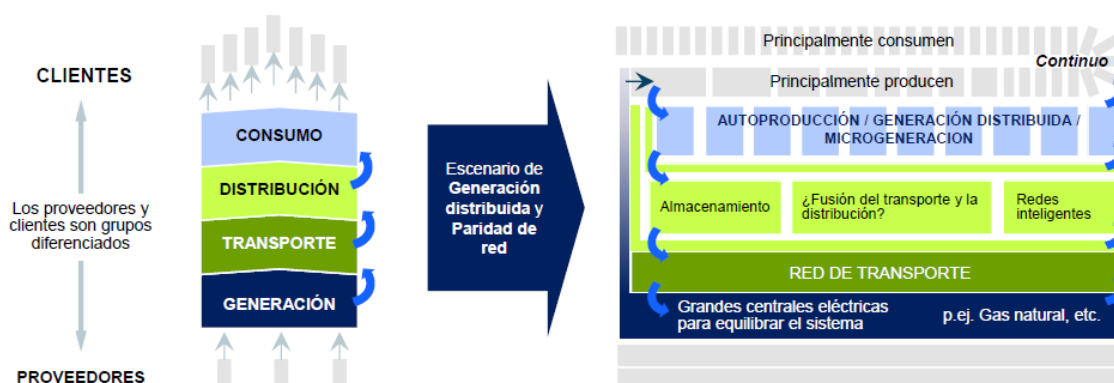


Figura 21. Cambio de la cadena de valor energética con la entrada del autoconsumo. Fuente: Deloitte

Para las compañías eléctricas, el autoconsumo generalizado supondría un aplanamiento de la demanda, lo que llevaría a una menor utilización de sus activos. Desencadenaría en un gran paso hacia la generación distribuida, con menores pérdidas en el transporte, y una redefinición del papel de las comercializadoras. Al ser un cambio importante, supone una oportunidad de negocio, pero también un riesgo ante la incertidumbre regulatoria. Para el sistema, supone un aumento de la competencia y la posibilidad de cumplir los objetivos 20/20/20 de la Unión Europea. Hasta entonces, las principales preocupaciones son la inseguridad jurídica, la política de subvenciones a las energías renovables y especialmente la reducción del déficit tarifario. Para los clientes, según este estudio, se traduce en una oportunidad para tener una mayor capacidad de decisión, una fuente de ahorro y la posibilidad de nuevos servicios como la recarga del vehículo eléctrico. De ello dependerá la regulación adoptada, en términos de costes y sencillez.

En la misma línea que el documento anterior, la “Jornada sobre el autoconsumo y balance neto” en la Comunidad de Madrid de abril de 2012 contó con una presentación de la Unión Española de Energía Fotovoltaica sobre el impacto que tendría el autoconsumo en el sistema actual. UNEF está a favor de la implantación del balance neto, y sus propuestas sobre la regulación que ellos consideran más adecuada serán recogidas en el siguiente punto.

La conclusión a la que llega la UNEF en este documento es la necesidad de la puesta en vigor de la ley del balance neto, ya que el consumo instantáneo es insuficiente para conseguir una mayor eficiencia energética. Este tipo de autoconsumo está regulado por el Real Decreto 1699/2011 para instalaciones menores de 100kW con conexión en la red interior del consumidor, que debe ser el mismo titular que el de generación. Representa un bajo porcentaje del consumo, salvo para algunos consumidores industriales y zonas climáticas concretas. Para los casos en que este modelo es rentable, el ahorro es muy pequeño por las restricciones del sistema.

UNEF: Balance neto. Requisitos para un autoconsumo viable en España

La propia UNEF publicó en febrero de 2012 un informe sobre el balance neto. Más allá de sus propuestas normativas, en él se recoge un caso de estudio para el posible autoconsumo doméstico (acogido a la Tarifa de Último recurso, TUR) y para la pequeña empresa (baja tensión, menor de 100kW).

Con respecto a la evolución del coste de la energía, el estudio parte de la hipótesis de un incremento anual del término de energía del 2% en el caso doméstico por un 1,75% en el industrial, al considerar que el término de potencia seguirá siendo pagado de forma íntegra.

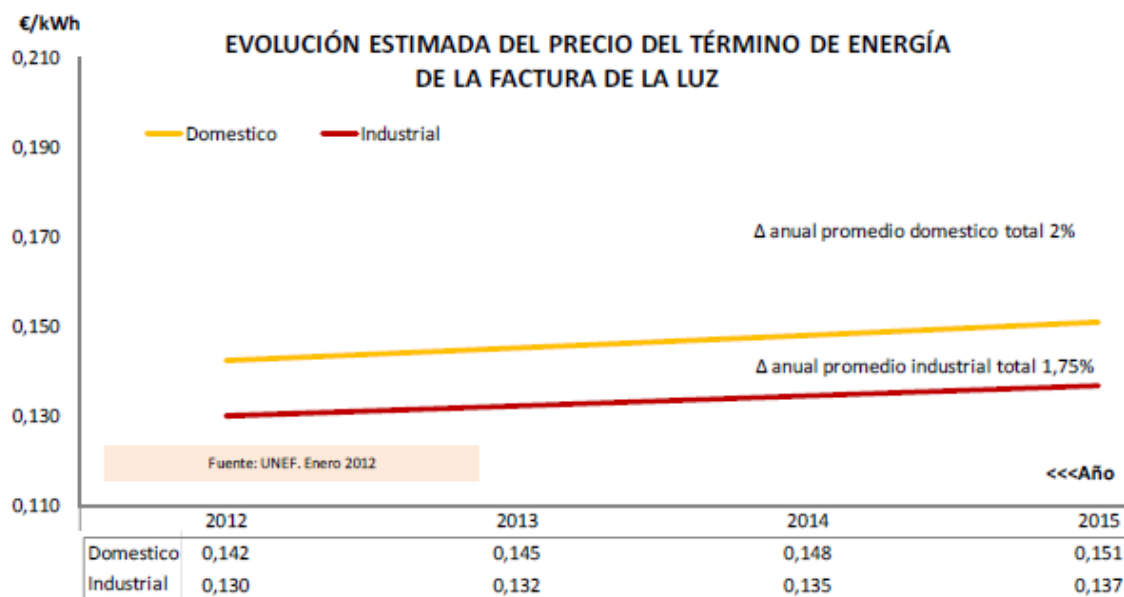


Figura 22. Evolución precio de la factura de la luz antes de impuestos. Fuente: UNEF

Para poder comparar ese valor, se analiza el coste unitario de inversión para instalaciones fotovoltaicas individuales tipo. Considerando que el IVA doméstico debe ser considerado en su totalidad al no poder ser transferido a terceros, y teniendo en cuenta la reducción de precios superiores al 70% en los últimos años, las previsiones son las siguientes:

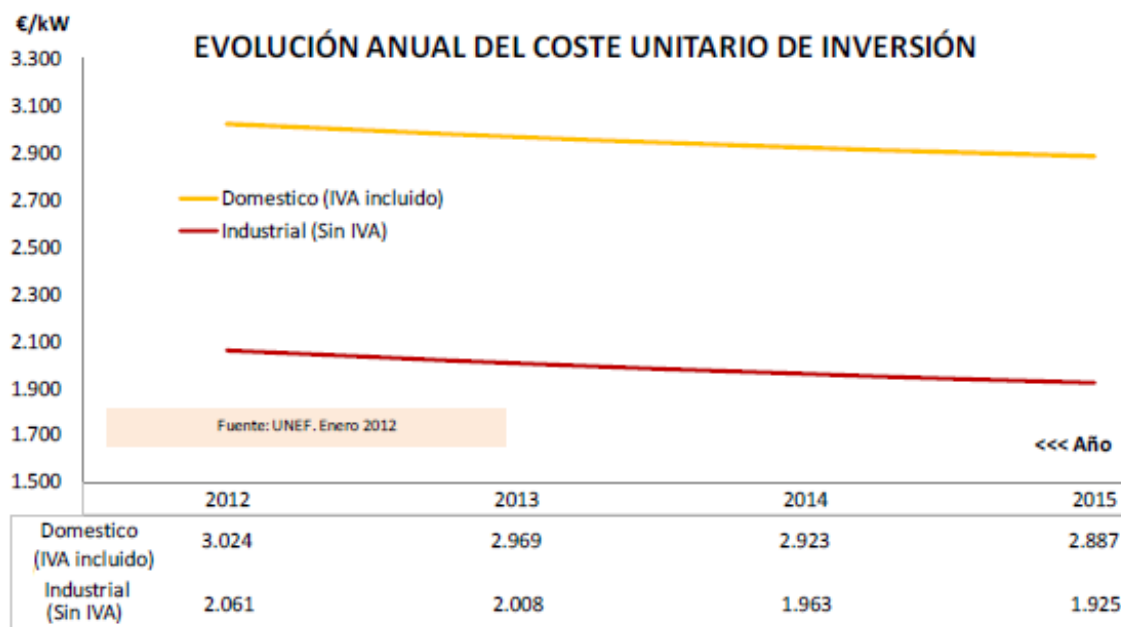


Figura 23. Evolución anual coste de inversión unitario para instalaciones fotovoltaicas. Fuente: UNEF

A la hora de determinar el plazo de recuperación de la inversión, el informe fija tres parámetros: IPC interanual promedio del 2%, con un peaje a la energía gestionada por la red entre periodos de facturación y una valoración del saldo coincidente con el precio de generación.

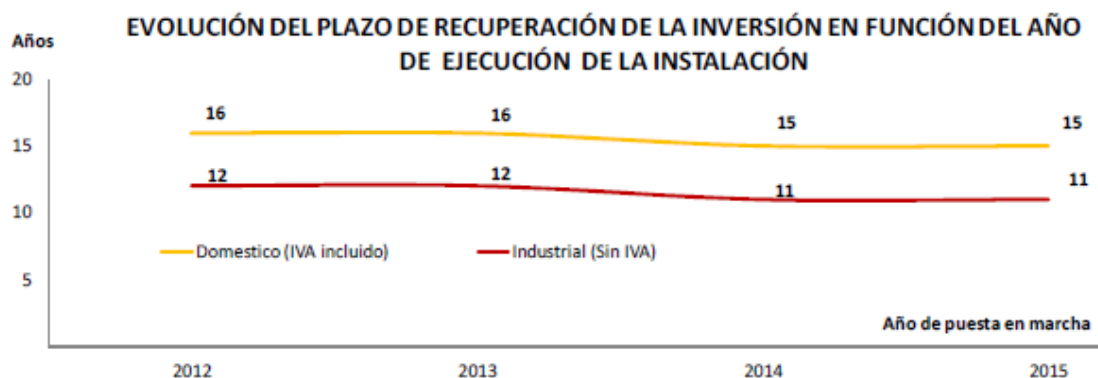


Figura 24. Evolución en años del plazo de recuperación de la inversión. Fuente: UNEF

Las conclusiones a las que lleva es que el sistema de balance neto será una alternativa al modelo de consumo tradicional, pero que actualmente no es lo suficientemente rentable para un desarrollo inmediato en ninguno de los dos segmentos analizados sin algún tipo de incentivo fiscal. Además, es difícil que se produzca tal inversión por ese tiempo de recuperación, sumada a la inseguridad jurídica y regulatoria y la situación económica por la que atraviesa el país.

La compañía Gestamp Solar desarrolla y gestiona parques fotovoltaicos, y como muestra de la aplicación de la generación distribuida en la industria, indica una serie de ejemplos de proyectos desarrollados en la industria automovilística.

Entre los principales ejemplos en Europa destacan la instalación de 55,2MW de potencia en los parkings en las factorías francesas de Renault, 11,8MW en las cubiertas y parkings de SEAT en España y 1,1MW en la cubierta de la fábrica de Italia de Lamborghini. Otro ejemplo en nuestro país es la instalación de 600kW en la cubierta de Gonvauto en España. En otros continentes, destacan los 3MW en los parkings de la “Army National Guard” en los Estados Unidos, o los diferentes proyectos que Renault ha emprendido: en Brasil, con una potencia instalada de 15kW en parkings y una producción anual de 21.385,03MWh en 30 hectáreas construidas en un tiempo de ocho meses con un coste aproximado de 37,5 millones de dólares; en Colombia, en parkings y cubiertas; y en los parkings de Tánger, Marruecos, con un total de 21,5MW en dos fases de 8MW y 13,5MW, que producen 35.907,03kWh/año tras una inversión de 60,65 millones de euros aproximadamente.

La industria automovilística destaca por sus elevadas cifras de consumo energético, con una continua actividad productiva, su cercanía con otras industrias y tener grandes superficies aprovechables, como parkings y cubiertas. Resulta una industria muy proclive al uso de fuentes fotovoltaicas, ya que la conexión a la red de distribución facilita la

evacuación de la energía; es una industria muy contaminante, por lo que podría ayudar a reducir el impacto medioambiental; y además, la ya comentada posibilidad de aprovechamiento del espacio ayuda a la instalación de estos sistemas.

Los puntos débiles del autoconsumo industrial son parecidos al del sector residencial: la inestabilidad regulatoria, la falta de implicación de las compañías eléctricas, la inversión necesaria y la situación financiera actual de muchas empresas. Los beneficios que aporta son de distinta naturaleza, como la posibilidad de mejorar la imagen de compromiso con el medio ambiente al fabricar vehículos ecológicos mediante un proceso de producción más limpio y eficiente; con estas instalaciones las cubiertas están más protegidas y las fábricas mejor aisladas, a la vez que se posibilita mejorar las infraestructuras también en los parkings. En la presentación, se considera factible el hecho de extrapolar estos ejemplos a industrias similares gracias a los conocimientos adquiridos.

3.4. MARCO LEGISLATIVO.

DESCRIPCIÓN DE LA NORMATIVA

En este punto se definen el balance neto y otros conceptos importantes para entenderlo. Se analiza el estado de la normativa española, en concreto el Proyecto de Ley del Balance Neto y su correspondiente informe encargado a la Comisión Nacional de Energía. Se recogen los beneficios, inconvenientes, retos y oportunidades de esta normativa, así como la tecnología necesaria para su implantación. Además, quedan señaladas las propuestas de los distintos agentes afectados.

El modelo planteado, en este análisis, está dirigido exclusivamente a su utilización por pequeños y medianos consumidores de energía eléctrica, conectados a la red de distribución de Media o Baja tensión, que no tienen capacidad de negociación para obtener los precios de energía que se ofertan a los grandes consumidores.

En la solución de autoconsumo y en caso de excedentes estos podrían ser vertidos a la red si el gestor de la red lo admitiera, pero no se venderían, dado que se trata de una mera actividad para uso propio, no de una actividad económica.

Ahora bien, al tratarse de consumidores eléctricos, todos ellos tienen contratada una potencia eléctrica que siempre debe estar disponible, por la que pagan al sistema eléctrico, a través de su comercializadora, una cantidad anual preestablecida. A cambio, disponen de tensión y frecuencia red y de la energía necesaria en los momentos en que la instalación de autoproducción no genere, hasta la potencia límite que contrataron.

En relación a la energía que consuman de la red, con el límite de potencia instantánea antes fijado, pagan una cantidad casi proporcional al uso realizado. Dicha cantidad está, a su vez, compuesta por una parte unitaria fija que establece el sistema (peaje del término de potencia) y otra proporcional al consumo y función del tipo de contrato de suministro que se haya realizado.

En cuanto a la vigente legislación básica del Estado, no existe inconveniente para conectarse en paralelo a la red de distribución; aunque, si se quiere exportar energía, habrá que hacerlo en las mismas condiciones requeridas al productor de una gran instalación. Recíprocamente, al comprar la energía necesaria habrá que pagarla en su integridad.

Entre la normativa vigente, cabe citar: Ley 54/1997, RD 1955/2000, ITCB-40 del REBT aprobado por el RD 842/2002, RD 314/2006, RD 661/2007 y RD 1699/2011. En particular, la autorización administrativa de las pequeñas instalaciones para autoconsumo, conectadas a la red interior se sustenta en el Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia. Ese decreto facilita, de una forma significativa, la tramitación genérica que establece el Real Decreto 1955/2000, 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica en general.

Ahora bien, de no contar con algún tipo de apoyo fiscal y un mecanismo, como el Balance Neto, que permita transmisión directamente de energía, a un precio idéntico, y con costes, objetivos de peajes, conducen –de momento- a la generación para autoconsumo en algo testimonial, por su inviabilidad económica.

Balance neto eólico

El PER 2011-2020 estima una penetración eólica de pequeña potencia (o minieólica) inicial de unos 6 MW para 2012. La eólica de pequeña potencia engloba tanto al sector doméstico como al industrial, pudiendo entre ambos aportar cifras significativas, tanto en cuanto al número de instalaciones (sector doméstico) como en cuanto a la potencia global instalada ya que la mayoría de las instalaciones industriales instalarán el máximo de potencia que recoge el RD 1699/2011 y la propuesta de RD de Balance Neto (100kW).

En cuanto al reparto de la potencia eólica instalada en función de su uso, doméstico e industrial, se estima en torno al 30% y 70% respectivamente, siendo la potencia promedio en la instalaciones industriales de 100kW y para el segmento doméstico entre 2.5 - 3 kW. La evolución de potencia esperada es la indicada por el IDAE en el Plan de Energías Renovables 2011-2020. El objetivo marcado por el PER 2011-2020 de instalar 300MW en 2020 de energía eólica conectada a red destinada al autoconsumo y generación distribuida es un objetivo alcanzable y realista.

A continuación se representa la evolución de potencia eólica prevista destinada al autoconsumo

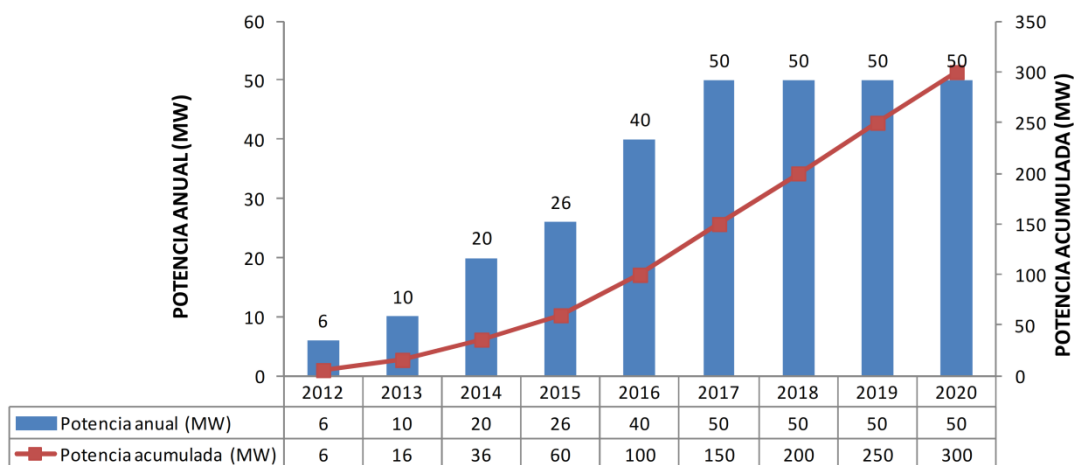


Figura 25. Evolución de potencia eólica destinada al autoconsumo. . Fuente: Plataforma para el autoconsumo energético

En el gráfico siguiente se hace distinción entre la potencia destinada al segmento industrial y al segmento doméstico.

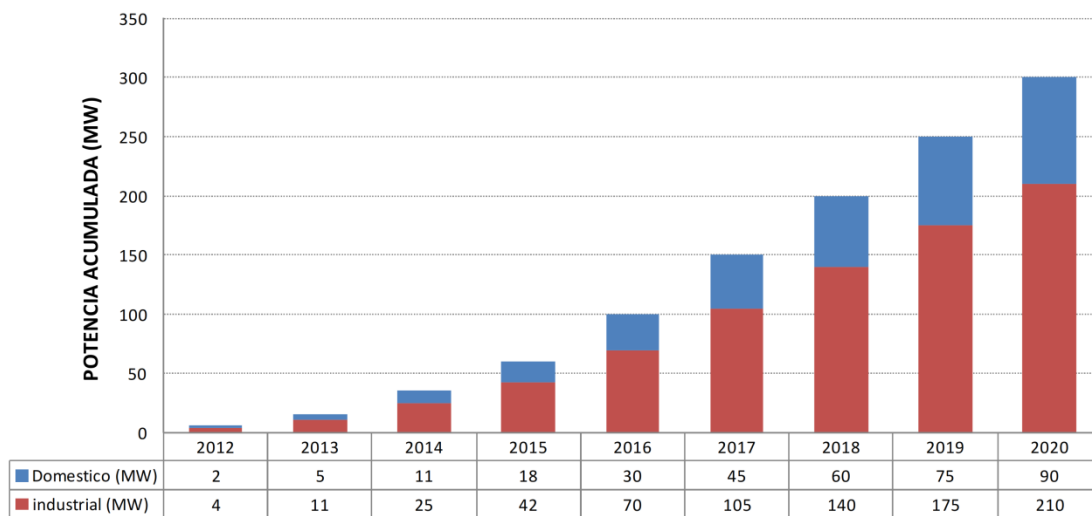


Figura 26. Comparación entre eólica industrial y eólica doméstica. Fuente: Plataforma para el autoconsumo energético

Como se ha mencionado anteriormente la mayor parte de la potencia se instalará con máquinas de media potencia en el ámbito industrial, pero en cuanto al número de instalaciones, la eólica para uso doméstico será la que realizará mayor número de instalaciones.

COSTES DE LA INVERSIÓN DE GENERACIÓN EÓLICA

Para las instalaciones eólicas de pequeña potencia previstas en España en el horizonte 2020, es necesario realizar consideraciones diferenciadas en función de la potencia, pues tanto los ratios de inversión como los niveles de aprovechamiento energético son bastante variables en función del tamaño y potencia de la máquina a conectar a red.

La estimación de la evolución anual de los costes unitarios diferenciando entre el tamaño de las instalaciones, es el que se muestra a continuación.

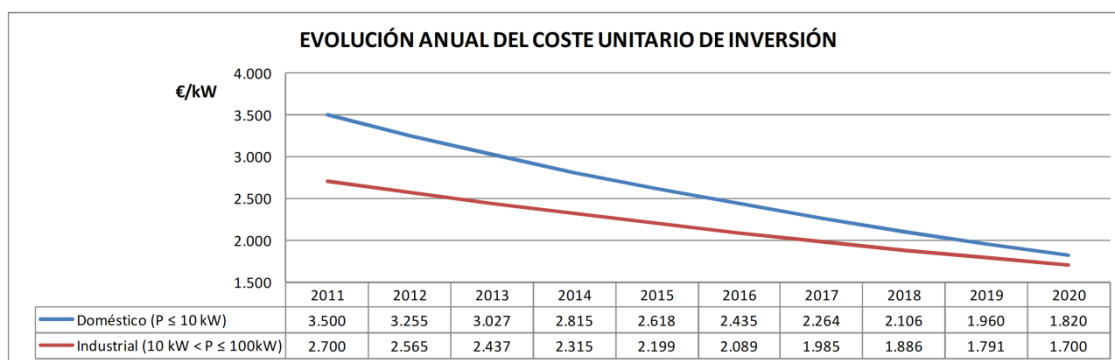


Figura 27. Evolución anual del coste unitario de inversión. . Fuente: Plataforma para el autoconsumo energético

Si bien es cierto, que existe una brecha entre los costes de inversión entre los dos tipos de instalaciones, la aparición de más fabricantes, sobre todo en el rango de potencias más reducidas, indica un acercamiento de los costes entre ambos usos.

Por otra parte, no se puede obviar que las máquinas de mayor tamaño, en términos generales, son más eficientes y el aprovechamiento energético es mayor.

Buena parte de la mejora de la eficiencia de las máquinas así como de la reducción de los costes de inversión son debidas al trabajo y a los avances de los fabricantes españoles de aerogeneradores.

En este sentido existe un tejido industrial español muy importante alrededor de la eólica de pequeña y media potencia y fabricantes como Norvento, Electria-Wind, Laddes Work, Del valle Aguayo, Ades, Ventus Control, Bornay, Sonkyo Energy, Zigor Corporación, Kliux Energies, Baiwind o Carlo Gavazzi entre otros, hacen que la fabricación de los aerogeneradores tenga un valor añadido al ser más del 90% nacional.

En temas relacionados con la I+D+i, centro tecnológicos tales como el CENER, CIEMAT, CIRCE...están muy involucrados en proyectos de investigación y colaboran estrechamente con las empresas españolas.

Por las características de la propia tecnología mejoran la estabilidad en redes débiles por lo que son interesantes para la conexión en las redes de distribución.

IMPACTO SOCIOECONÓMICO

El impacto socio económico que tiene el sector eólico de pequeña y media potencia, es tremendamente alto ya que más del 90% del coste de la máquina se queda en la industria nacional, que además aporta la gran mayoría del valor añadido a sus componentes (industria de productos metálicos, de maquinaria o de material eléctrico, así como de materiales compuestos).

En la siguiente figura se presenta la cifra de negocio directa agregada de las empresas del sector que intervienen el diseño, fabricación, instalación y mantenimiento de las instalaciones eólicas realizadas.

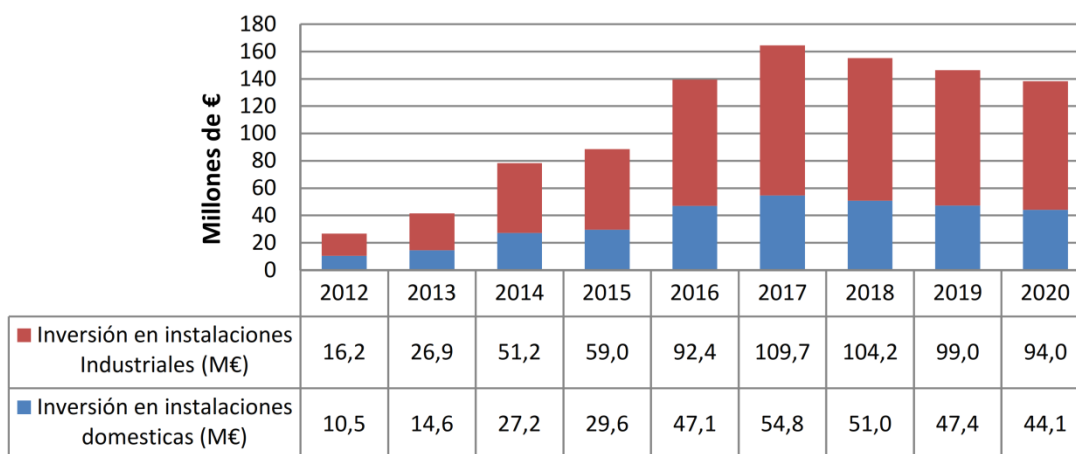


Figura 28. Cifra de negocio total agregada. Fuente: Plataforma para el autoconsumo energético

El retorno económico para el Estado de las instalaciones eólicas vendrá dado, por un lado, por los costes evitados de desempleo incurriría y por otro lado por vía fiscal donde se fabricación de los aerogeneradores.

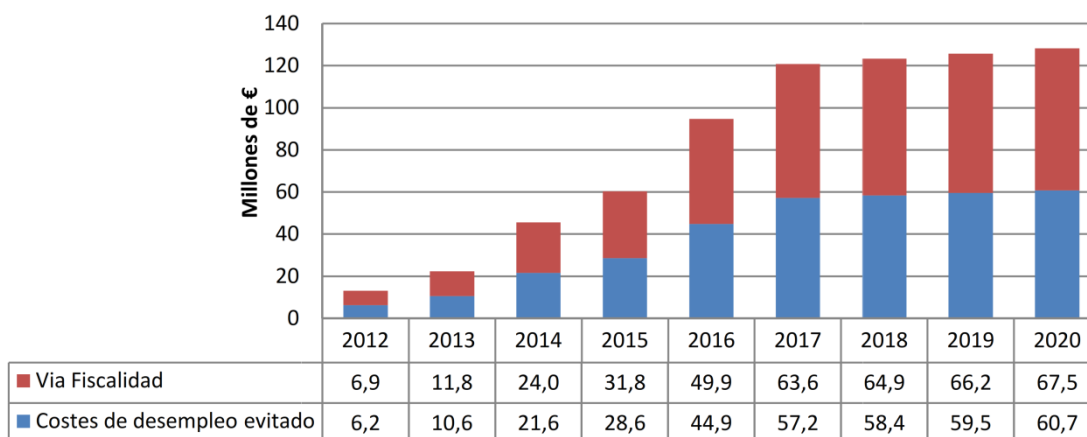


Figura 29. Retornos para el estado. . Fuente: Plataforma para el autoconsumo energético

Proyecto de Real Decreto

Esta nueva norma tiene como marco europeo la Directiva 2004/8/CE sobre eficiencia energética, en la que se promocionan las instalaciones de pequeño tamaño. La Directiva 2009/28/CE fomenta el uso de energía con procedencia renovable y obliga a los países miembros a “racionalizar y acelerar los procedimientos administrativos” de este tipo de sistemas. Ya en nuestro país, la Ley 54/1997 del Sector Eléctrico, el Real Decreto 1955/2000 –en el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización y procedimientos de autorización de instalaciones eléctricas- o el ya comentado Real Decreto 1699/2011 sobre instalaciones de pequeña potencia actuarán como marco para la nueva ley, que también se verá afectada por el Real Decreto-ley 1/2012 que pone fin a los incentivos económicos a las instalaciones de energía a través de fuentes renovables, a priori con carácter temporal. En estas dos últimas normas ya se citaba expresamente la necesidad de una ley sobre la regulación del balance neto.

Con fecha 18 de noviembre de 2011, el Ministerio de Industria Turismo y Comercio, a través del Secretario de Estado de Energía, remitió a la Comisión Nacional de Energía el citado Proyecto de Real Decreto, “por el que se establece la regulación de las condiciones administrativas, técnicas y económicas de la modalidad de suministro de energía eléctrica con balance neto” a través de doce artículos repartidos en cuatro capítulos. La entrada del balance neto en España requiere cambios en la normativa actual, encaminados hacia la simplificación de los procedimientos administrativos. También es necesario adaptar aspectos como las relaciones entre los agentes implicados o aquellos relativos al suministro y su contratación ante la compensación diferida y los derechos de consumo generados.

Por su parte, la Comisión Nacional de Energía publicó el 28 de marzo de 2012 el correspondiente informe como ente regulador de los sistemas energéticos en nuestro país. En él, la CNE valora positivamente la nueva modalidad del autoconsumo y su desarrollo a través del balance neto, al considerar que puede permitir el cumplimiento eficiente de los objetivos medioambientales y energéticos fijados y ser un paso más hacia la generación distribuida. Por el contrario, considera que existen numerosas cuestiones que el borrador no deja lo suficientemente claras y que deben ser concretadas. Así pues, tras la publicación de este informe, se espera la norma definitiva para los próximos meses, aunque el hecho de que las prioridades del actual Gobierno vayan encaminadas a atajar el déficit tarifario puede hacer que se retrase. Con el Proyecto de Ley y el Informe del CNE se procede a analizar críticamente punto por punto las características de la nueva ley, sus consecuencias si se aprobara tal y como está y las modificaciones que ayudarían a un mejor funcionamiento.

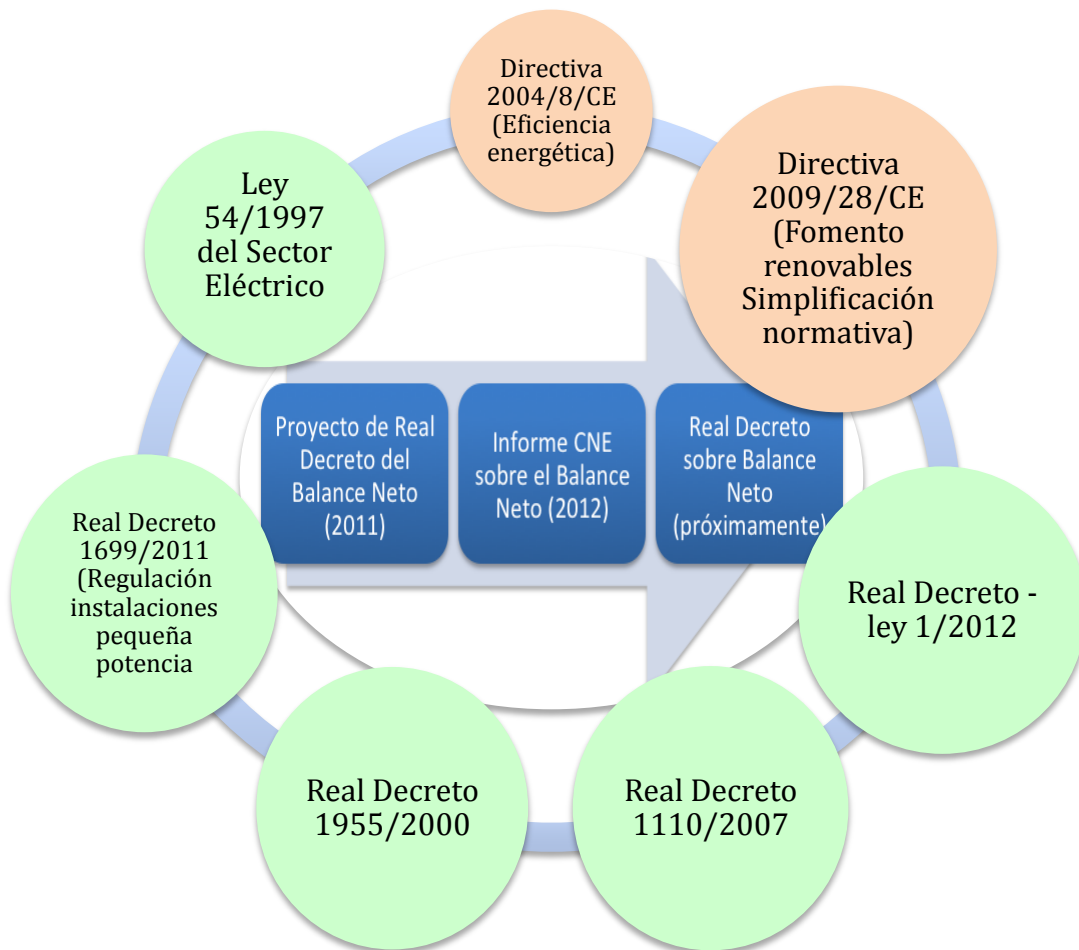


Figura 30. Esquema normativo actual. Fuente: Elaboración propia

Ámbito de aplicación

En el preámbulo de la norma se señala la posibilidad de generar electricidad a partir de cualquier tecnología renovable, considerándose especialmente favorable para los equipos eólicos y solares, ya que ante la imposibilidad de gestión de estas fuentes esta fórmula puede adecuar la producción al consumo. Sin embargo, no se señala explícitamente que la producción local deba tener como origen tecnologías encuadradas dentro del régimen especial y no aclara si esta generación local debe provenir de fuentes exclusivamente renovables o si la micro-cogeneración tiene cabida. Una solución sería alinear el ámbito de aplicación de la futura norma del balance neto con la ya vigente para instalaciones de pequeña potencia contempladas en el Real Decreto 1699/2011, ya que, salvo en el ámbito económico, las características de estos sistemas son las mismas. Para un mayor control, las instalaciones para autoconsumo deberían ser inscritas en el registro de productores de régimen actual del Real Decreto 1003/2010.

Potencia límite:

Según lo establecido, la potencia contratada para autoconsumo no podrá ser mayor de 100kW por instalación o punto de suministro. Muchas empresas y asociaciones consideran errónea esta limitación. Argumentan que se trata de una autolimitación innecesaria desde el punto de vista técnico y económico. Con tal limitación de potencia se conseguiría que el balance neto fuera individualizado frente al compartido, el cual se podría conseguir en cooperativas o industrias y servicios de mayor tamaño. Se limita así la posibilidad de alcanzar economías de escala y la reducción de los costes unitarios de inversión, puesto que este sistema se encuentra actualmente más cerca de la rentabilidad de lo que está el propuesto en la normativa en ausencia de incentivos. Se puede analizar la siguiente tabla para comparar esta cifra con la de otros países:

| PAÍS | POTENCIA LÍMITE |
|------------------------------|---|
| Brasil | 1 MW |
| California (EE.UU.) | 1 MW |
| Alemania | 500 kW |
| Italia | 200 kW (Hasta 2013) |
| Hawai (EE.UU.) | 100 kW |
| Canadá | 100 kW |
| Holanda | 15 kW |
| Arizona (EE.UU.) | 125% del total de la carga conectada por el consumidor |
| Nueva Jersey (EE.UU.) | No puede exceder el consumo anual del consumidor en tal emplazamiento |

Tabla 6. Potencia límite por países. Fuente: elaboración propia

España apuesta por un valor mayor al de países como Dinamarca u Holanda, pero inferior al caso alemán o italiano. Este último caso es importante ya que la relevancia de esta tecnología en ambos países es alta y los niveles de radiación de Italia son parecidos a los nuestros. Allí, la potencia límite es actualmente de 200kW, pero a partir de 2013 no existirá límite, abriendo la puerta de esta manera al balance neto compartido. Especialmente interesante es el caso de los Estados Unidos, donde como ya se ha hablado el balance neto tiene una gran tradición. En términos generales, la potencia máxima supera claramente al caso español, y en algunos estados como Ohio, Nueva Jersey o Arizona la potencia máxima depende del consumo en cada emplazamiento. Este sistema trata de ajustar el autoconsumo para cada caso concreto utilizando datos de consumo anteriores a la hora de realizar la estimación oportuna, independientemente del tamaño de la instalación.

A favor de este límite de potencia contratada cabe decir que dado que el cambio hacia el balance neto tiene muchas implicaciones en el sector eléctrico, ya sea en el sistema de medida, en la operación de las redes, en seguridad, en componentes tecnológicos o en la estructura de costes, este límite asegura que el cambio se realice de forma progresiva. Con el límite de 100kW se consigue que el número de instalaciones potenciales que pueden adscribirse a este sistema no sea tan elevado como para que el sistema se resienta. Una vez

instaurado y si el funcionamiento es el adecuado, se podría aumentar aprovechándose el hecho de que el mercado estaría más asentado y el sector más preparado para ello.

Titularidad de la instalación:

Otro aspecto importante es el de la titularidad, que pertenece al propietario de la instalación, algo común en países europeos y lejos de la tendencia norteamericana, donde las instalaciones pueden ser propiedad de la compañía eléctrica. Mientras que la CNE aconseja que se aclare este punto y considera más razonable que no se permita la titularidad compartida de la instalación, en muchas de las alegaciones planteadas a este organismo se pide lo contrario. Con tal límite de potencia, por coherencia, convendría especificar en la norma que la titularidad del punto de suministro y de la instalación debe ser asumida por un propietario individual, con excepción de las comunidades de vecinos - siempre que cumplan los límites de potencia-, en las que tanto la instalación como la contratación corran a cargo de la comunidad.

Así pues, la relación entre potencia contratada límite y titularidad debe guardar una cierta coherencia. Si se decide mantener el límite en 100kW y que el productor sea el propietario del emplazamiento en el que se produce, conviene mantener la titularidad individual en la normativa. Si se decidiera aumentar el límite de potencia contratada, se abriría la puerta al balance neto compartido, como tiene previsto hacer Italia a partir del año 2013.

Requisitos técnicos

Los requisitos recogidos en el Proyecto de Decreto Ley son los mismos que aquellos que aparecen en el Real Decreto 1699/2011, que regula la conexión a la red de las instalaciones de producción de electricidad de pequeña potencia. En él quedan recogidas las obligaciones del titular de la instalación, que es el responsable de mantenerla en condiciones óptimas. La verificación de su correcto cuidado es llevado a cabo por las distribuidoras a través de una propuesta a la Administración competente, salvo en el caso de una avería grave. Los costes derivados de la subsanación de errores corren a cuenta del titular. Las revisiones deben realizarse al menos cada tres años por técnicos designados por el propietario.

Condiciones de conexión:

Con respecto a las condiciones de conexión, los esquemas deben minimizar las pérdidas del sistema asegurando la seguridad, calidad de suministro y fiabilidad de las medidas. Si la potencia nominal de la instalación supera los 5kW, la conexión a la red será trifásica con menos de 5kW de desequilibrio entre fases. El factor de potencia de la energía suministrada debe ser superior a 0,98 si la instalación trabaja a potencias superiores al 25% de la nominal. Además, la caída de tensión entre el punto de conexión y el centro de transformación debe ser inferior al 2,5% de la tensión nominal de la red (de media o baja tensión).

Para las redes interiores, se debe aislar a la vez la conexión interior y la caja general de protección. El titular de la red interior ha de ser el mismo que todos los equipos conectados a su red, procediéndose a un registro a nivel autonómico y al “Registro administrativo de instalaciones de producción de energía eléctrica” de la Dirección General de la Política Energética y Minas. En este Real Decreto ya se recogía la limitación de potencia de 100kW que permanece en el borrador del balance neto, y se determina que en ningún caso se puede superar la capacidad disponible en el punto de conexión a la red de distribución ni la potencia adscrita. También quedan definidas las protecciones necesarias, las condiciones de puesta a tierra, la compatibilidad electromagnética y la garantía de seguridad.

La configuración de la conexión se basa tanto en la normativa vigente sobre seguridad y calidad industrial, en aras a garantizar que la medida y la facturación se realicen de forma adecuada, como en el Real Decreto 1110/2007, que unifica el reglamento de medida del sistema eléctrico. Con respecto a los equipos de medida, serán necesarios dos en el punto frontera o uno bidireccional que mida el saldo neto de generación y consumo con la red de distribución. Sin embargo, si se instalara un solo equipo de medida solo se registraría el saldo de los flujos entrantes y salientes de energía, y no se conocería el total de energía generada en la instalación y el total de la consumida. Esto impediría un conocimiento más exacto del grado de aportación de este sistema a los objetivos de porcentaje de uso de energías renovables.

Contador:

Para solventar este problema, el Informe de la CNE propone contar con dos medidores independientes, sincronizados y en paralelo, lo más próximos posibles al punto frontera, tal y como se encuentra regulado en el Real Decreto 1699/2011, determinando de esta forma toda la energía generada y toda la consumida. Los circuitos de generación y consumo deben ser independientes, con equipos de medida distintos, pero en la misma ubicación. También conviene que estos sistemas tengan la capacidad de realizar medidas con resolución horaria. Con este esquema, el distribuidor debería determinar hora a hora los saldos de energía con vistas a la facturación de las tarifas de acceso.

Otra alternativa que ahorraría a la distribuidora estos cálculos sería combinar un medidor bidireccional de resolución horaria que registre el saldo neto junto con otro equipo sincronizado que mida toda la generación bruta. Según se elija un sistema u otro, se sumarían parcialmente la energía producida y consumida o se registraría la medida del equipo bidireccional a la hora de realizar la facturación.

Por su parte, las distribuidoras, además de la lectura, medida y control de la energía, han de elaborar un informe anual en el primer trimestre para el Ministerio de Industria Energía y Turismo y a la Comisión Nacional de la Energía con la energía total producida durante el año anterior.

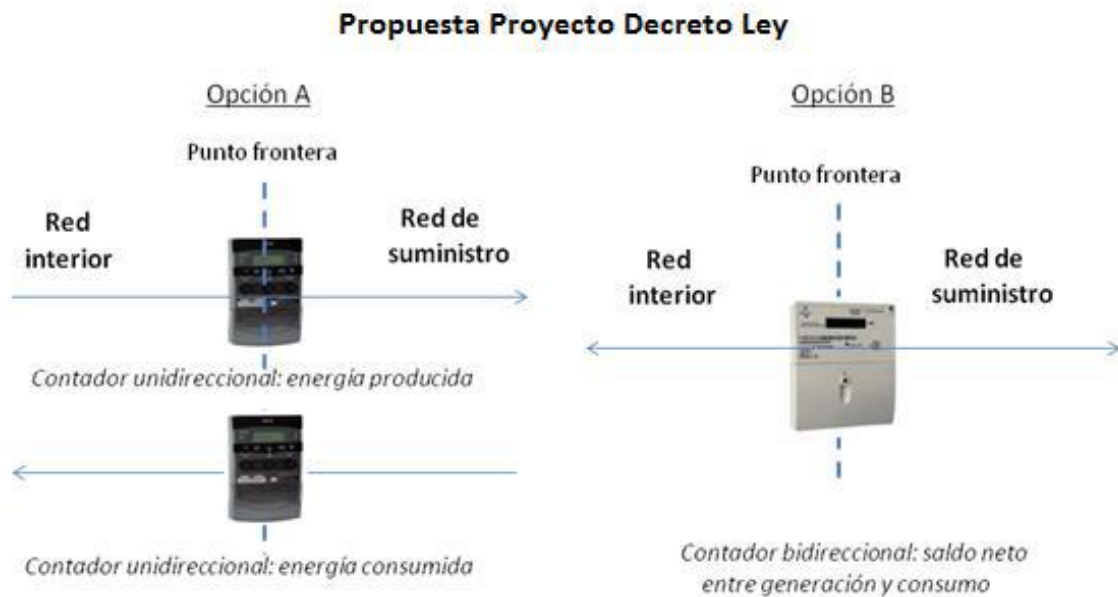


Figura 31. Posibles configuraciones de medida según la Propuesta Decreto Ley. Fuente: Elaboración propia

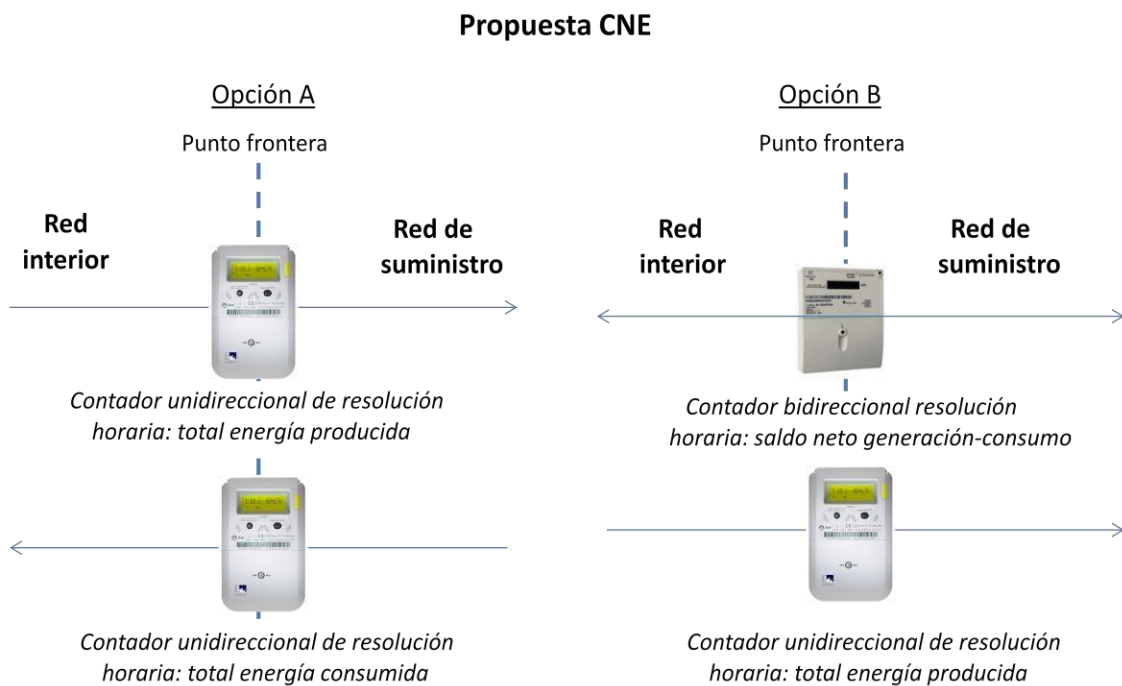


Figura 32. Posibles configuraciones de medida según la CNE. Elaboración propia

En esta línea, son muchos los agentes que abogan por registrar no solo el saldo de energías, sino contabilizar también por separado la medida de la energía consumida y producida. Esto conllevaría muchas ventajas a la hora de obtener y tratar la información. Se podría medir el impacto de este sistema en términos de eficiencia y el impacto en la gestión de la demanda, además de las ventajas ya expresadas como la pérdida de estadísticas de uso de

fuentes renovables, que influyen directamente en el denominado “Green Package” (paquete legislativo verde cuyos objetivos son reducir en un 20% las emisiones de gases de efecto invernadero, otro 20% el uso de energía primaria para una mayor eficiencia, y conseguir que el 20% de la energía consumida provenga de fuentes renovables, todo ello en 2020). Para las comercializadoras, el no hacerlo así supondría una dificultad a la hora de evaluar sus previsiones de compra y venta de energía en el mercado diario, ya que carecerían de una información completa de la demanda y la generación total.

El hecho de exigir solo un contador bidireccional que mida el saldo neto de energía podría considerarse que se contradice a nivel normativo con el Real Decreto 1699/2011, en el que se refleja: “[...] los circuitos de generación y consumo habrán de ser independientes y estarán dotados cada uno de su correspondiente equipo de medida, instalados ambos en paralelo y en la misma ubicación.”

Más allá de contradicciones legales, lo importante es el sentido de la norma. Y es que si se permite este sistema de medida, resultaría difícil asignar los peajes pertinentes a los usuarios del balance neto, ya que estos diferirán en función de la cantidad total generada y consumida. Un único contador bidireccional aporta información incompleta para una adecuada gestión de la electricidad.

Queda claro que para aplicar el autoconsumo se necesitan unos equipos de medición distintos a los actuales. Dejando a un lado el cambio normativo, esto no supone un reto en cuanto a dificultad tecnológica, ya que existen tales contadores, sino un reto en el plano de la adecuación de las infraestructuras. Valga como ejemplo la iniciativa de Iberdrola, por la que se cambiarán 10,3 millones de contadores tradicionales por otros denominados “inteligentes” y adaptarán 80.000 centros de transformación por un valor de 2.000 millones de euros y cuya fecha de finalización se estima en 2018. Se trata por tanto de dos barreras a tener en cuenta, el coste económico y el tiempo necesario para preparar las conexiones para el consumo diferido de energía. Una opción a tener en cuenta sería la posibilidad de instalar estos equipos de medida a la vez que la instalación de los equipos de pequeña potencia para autoconsumo de balance neto.

Condiciones de contratación

El borrador destaca que quienes se acojan al balance neto no podrán disponer de ninguna instalación de producción conectada a la misma red interior, tanto de régimen ordinario como especial. Con ello se pretende que la instalación se dimensione para el autoconsumo y que no se pueda compatibilizar este sistema con la venta de energía como modelo de negocio. Para las instalaciones anteriores que quieran acogerse a este sistema, sus contratos deberán ser adaptados con las nuevas condiciones.

Aquellos que apuesten por esta modalidad de autoconsumo y deseen modificar su conexión, tendrán que ponerse en contacto con el gestor de red de distribución de la zona. El procedimiento de acceso y conexión no varía con respecto a la ya existente en el Real Decreto que regula las instalaciones de pequeña potencia.

Para solicitar el alta de una instalación, el propietario debe cumplimentar una serie de datos requeridos y proponer el punto en el que se va a realizar la conexión, la tecnología escogida y si lo desea las características de los componentes que fueran necesarios, elementos de protección, etc. El propietario tiene que depositar el aval correspondiente en la Administración oportuna y solicitar a la distribuidora el derecho de acceso y las condiciones técnicas de la conexión. En un plazo de un mes, la empresa debe notificar su respuesta atendiendo a criterios como el de seguridad y continuidad de suministro. En caso de aceptar, debe detallar su propuesta –tensión de la red en el punto de conexión máxima y mínima, potencia de cortocircuito máxima, etc.-, el propietario de la pequeña instalación tiene tres meses para aceptar las condiciones propuestas por la distribuidora y quince para inscribirla en el “Registro de presasignación de retribución” o en el “Registro administrativo de instalaciones de producción correspondiente”.

La distribuidora entregará un pliego de condiciones técnicas y un presupuesto económico al propietario en un plazo de quince días para redes de baja tensión y un mes para la conexión en alta tensión desde el momento de aceptación del usuario. El coste de la instalación desde el punto frontera hasta el de conexión con la red de distribución recaerá sobre el titular de la instalación, quien tiene derecho a elegir la empresa instaladora. Una vez superadas las pruebas de instalación y la verificación pertinente, se procederá a la conexión. A partir de entonces, el mantenimiento y operación será llevado a cabo por la distribuidora de la zona; en caso de ser varias, la Administración correspondiente determinará cuál es la encargada atendiendo a criterios de mínimo coste. La normativa recoge un procedimiento abreviado para instalaciones de hasta 10kW conectadas a la red de baja tensión, por la que se acortan los plazos y se facilitan los procedimientos como, por ejemplo, a través de medios electrónicos.

A la hora de gestionar los contratos de acceso y suministro, resulta muy significativo cómo se defina la nueva figura legal del cliente acogido al autoconsumo por balance neto.

Consumidor:

Durante el Proyecto de Decreto Ley se habla de consumidor, aunque no queda muy clara su posición legal. Convendría definir las características de este nuevo sujeto, especificando sus derechos y obligaciones con nitidez. Si se define como consumidor, no se inscribirían estas instalaciones en los registros destinados a los productores, perdiéndose la contabilidad del número de nuevos equipos y su energía generada. Esto supondría problemas a la hora de manejar la información no solo del número de instalaciones, sino de la energía generada con fuentes renovables. Al no estar inscritos en el régimen ordinario (porque no lo son) ni en el especial (porque no serían considerados productores), los excedentes de energía tampoco tendrían la prioridad que requieren para ser inyectadas en la red. Por el contrario, si se considerara al nuevo sujeto como productor, sí que se inscribirían en los registros de régimen especial y la energía excedentaria tendría prioridad, pero según la normativa vigente deberían satisfacer los requisitos de la Ley del Sector Eléctrico, lo que conlleva el pago de un peaje de generación que disminuiría su rentabilidad.



La Comisión Nacional de Energía propone la creación de una nueva figura legal, el “productor-consumidor” y modificar la Ley del Sector Eléctrico para su inclusión en la misma. Por tanto, se defina de una manera u otra, se debería especificar claramente en qué consiste la nueva figura, cómo se define, y qué derechos y obligaciones normativas y económicas tiene.



Figura 33. Diferencias sobre la figura legal del consumidor en la modalidad de Balance Neto

En el Real Decreto 1699/2011 se recoge que en los casos en que solo se vaya a vender la energía excedentaria se puede instalar un único equipo de medida registrando generación y consumo de forma independiente, así como la necesidad de tener dos contratos, uno para el consumo y otro para la generación, lo que vuelve a dejar constancia de la necesidad de una redefinición de la figura legal del autoconsumidor y el establecimiento de los derechos y obligaciones que le correspondan. En el borrador de la nueva ley se separa entre el contrato de acceso entre el titular y la distribuidora, y el de suministro con la comercializadora. Si se regulara la nueva figura tal y como propone la CNE, no sería necesario legislar esa duplicidad.

Este contrato de suministro con la comercializadora tendrá una serie de condiciones mínimas fijadas por el Ministerio de Industria Energía y Turismo, algo que no ocurre con el contrato de acceso con la distribuidora. En este último caso la norma indica que el consumidor y el distribuidor suscribirán un contrato, quedando el comercializador al margen. Una opción interesante sería canalizar ambos contratos en uno a través del comercializador.

Con respecto a la calidad del servicio, las incidencias provocadas por la instalación del consumidor “no serán consideradas a efectos de su propia calidad de servicio individual”. Si provocan perturbaciones en la red, la responsabilidad recae sobre los distribuidores que permiten la entrega de energía a través de sus redes, a no ser que acrediten que la responsabilidad recae sobre terceros; en ese supuesto, la Administración competente sancionará al causante del incidente, tal y como recoge el Real Decreto 1955/2000. Ante las perturbaciones que puedan acaecer, los consumidores deben tomar las medidas oportunas para que estén dentro de los límites establecidos, minimizando los riesgos. Las empresas distribuidoras deben informar de las medidas a adoptar y entre ambos deben coordinarse para proteger tanto las instalaciones del cliente como las de la red general. Todos estos puntos estarán incluidos en el contrato entre el titular y la distribuidora (o la comercializadora y la distribuidora).

Gestión de la energía excedentaria

Los aspectos legislativos analizados anteriormente son de gran importancia, pero no afectan en gran medida a la rentabilidad de esta modalidad. Haciendo un símil matemático, se podría decir que la correcta regulación de todo lo visto hasta ahora supone una “condición necesaria, pero no suficiente”. Una mala regulación del tamaño de la potencia máxima contratada, la claridad de la norma y las condiciones de los contratos de suministro influyen negativamente en el desarrollo de este procedimiento, pero hacerlo de manera correcta no garantiza su éxito. La rentabilidad futura depende en gran medida de las condiciones expresadas en este punto y el siguiente, sin duda los más críticos de la ley.

La normativa española se decanta por la opción del balance neto puro, es decir, sin contraprestación económica por la energía generada localmente que se inyecta en la red de distribución. De este modo, se cederá la energía producida en la red interior que no pueda ser consumida instantáneamente por el propio usuario para aprovecharla a través del

consumo diferido. Cuando no se consuma toda la generación local del mes correspondiente, se generan excedentes que se convierten en derechos de consumo, siendo esta cesión de energía no retribuida monetariamente.

Cuando hay contraprestación económica por la energía excedentaria, el sistema se conoce como balance neto mixto. Tal y como se ha visto, en el mundo hay ejemplos de ambos casos. En Estados Unidos depende del Estado, mientras que en Japón las distribuidoras están obligadas a comprar el excedente. En Europa, en muchos de los casos vistos se remunera el excedente económicamente: Italia lo hace a través del “Scambio sul posto”, por el que se compensa tanto un término de energía como otro de servicio; Alemania, con un incentivo al autoconsumo y hasta febrero de 2012 premiando el autoconsumo instantáneo mayor del 30%; o Reino Unido, añadiendo un incentivo a la energía exportada. En estos tres casos, además, los productores se benefician de las tarifas de suministro “Feed-in tariff” para la energía generada localmente. Aunque la tendencia actual va camino de reducir progresivamente estas ayudas a la generación con tecnología renovable, no llegan al caso extremo de España de eliminación (en teoría temporal) de los incentivos a la generación por medio de fuentes renovables.

| PAÍS/ESTADO | TIPO BALANCE NETO | CONDICIONES |
|----------------------------|--------------------|--|
| Dinamarca | Balance neto puro | Tarifa preferente + Eliminación PSo |
| Hawai (EE.UU.) | Balance neto puro | Se puede compensar económicamente si el cliente y la compañía lo estipulan así |
| Arkansas (EE.UU.) | Balance neto puro | - |
| Alemania | Balance neto mixto | FiT + Incentivo autoconsumo + (Incentivo autoconsumo instantáneo > 30%) |
| Italia | Balance neto mixto | FiT + “Scambio sul posto” |
| Reino Unido | Balance neto mixto | FiT + Tarifa exportación |
| California (EE.UU.) | Balance neto mixto | Los acogidos al programa “Net metering energy” |
| Japón | Balance neto mixto | Obligación de comprar el excedente durante diez años |
| Colorado (EE.UU.) | Balance neto mixto | - |

Tabla 7. Resumen de tipo de balance neto por países. Fuente: elaboración propia

Por tanto, España apuesta por un sistema parecido al danés, país pionero en la implantación del balance neto en Europa. Sin embargo, un autoconsumidor en Dinamarca se beneficia de una tarifa preferente además de no tener que pagar el “Public Service Obligation”-PSO-, destinado a la ayuda de las energías renovables, como lo hacen el resto de productores. Esto se traduce en que allí actualmente es rentable autoconsumir con este sistema, mientras que en nuestro país, al no existir primas, han de pasar varios años hasta alcanzar esa

rentabilidad. Como la energía excedentaria no se retribuirá, ni se subvencionará la generación, los beneficios se compondrán del ahorro de la parte que se autoconsume (de manera instantánea y diferida) y no se compra a la comercializadora, lo cual se produce al alcanzarse el punto en que generar localmente es más barato que comprar la energía, es decir, al llegar a la paridad de red.

Plazo de vigencia de derechos de consumo diferido:

Así pues, cuando se necesite más energía de la que se puede generar localmente, el usuario recibirá la electricidad de la red de distribución. En el momento en que esa generación local sea mayor que el consumo del propio emplazamiento, se genera un excedente de energía que es transferido a la red de distribución. Esa energía excedentaria genera unos derechos de consumo diferido. El plazo de vigencia de esos excedentes es de un año desde el momento de su generación.

Según el Proyecto de Real Decreto, la fecha inicial de este plazo se produce cuando se genere de manera efectiva, con un registro válido en el equipo de medida, la energía eléctrica en la instalación. Durante este horizonte de compensación, de doce meses, están vigentes los derechos de consumo acumulados, los cuales se compensan hasta una cuantía igual “en el mismo periodo tarifario que el peaje de acceso que le resulte de aplicación a efectos del suministro”. Si ese periodo de vigencia resulta demasiado corto, la rentabilidad de las instalaciones disminuye. En el caso opuesto, un horizonte excesivamente grande puede dar pie a abusos por parte de los titulares de las instalaciones, aprovechándose, por ejemplo, de una situación ventajosa anterior o de un cambio de compañía con la que contratar el sistema de balance neto manteniendo estos derechos de consumo; o el caso de una vivienda temporal o secundaria, en cuya instalación se genera energía, pero se consume menos que en la residencia habitual.

Para analizar este periodo de vigencia, es bueno compararlo con el de otros países en los que se generan créditos por la energía inyectada a la red. En la amplia mayoría de los Estados Unidos, este plazo es de doce meses, pudiendo elegir en algunos Estados cuándo empezar y viniendo impuesto en otros. En algunos lugares como Brasil, el plazo es mayor, siendo ilimitado en Italia o Dinamarca. Fijando ese plazo de doce meses se pretende que el diseño de la instalación sea tal que al final de ese periodo los excedentes sean mínimos, dando tiempo suficiente a que se compensen las diferencias entre generación y consumo.

| PAÍS/ESTADO | PLAZO DE VIGENCIA |
|----------------------|--|
| Italia | Ilimitado |
| Dinamarca | Se pueden utilizar los derechos cuando se necesite |
| Brasil | 36 meses |
| California (EE.UU.) | 12 meses |
| Hawaii (EE.UU.) | 12 meses |
| Canadá | 12 meses |
| Pensilvania (EE.UU.) | 12 meses |

Tabla 8. Vigencia de los derechos de consumo diferido por países. Fuente: elaboración propia

Tal y como está redactada la norma en el borrador de ley, la cancelación de los excedentes se produce a los doce meses desde el momento en que se generan. Pese a que el plazo de vigencia es igual al caso de muchos Estados en los Estados Unidos de América, en España se llevaría a cabo de manera distinta. En la mayoría de los Estados americanos en los que balance neto está regulado, al final de ese periodo de facturación se pone a cero el valor de los derechos de consumo. En los casos en los que se retribuye la energía excedentaria tiene sentido esta fórmula, pero en aquellos en los que el excedente no se remunera, la norma hace que esta modalidad pierda parte de su sentido. En los meses finales del año contable el usuario intentará consumir todos los derechos acumulados, persiguiendo el objetivo de no tener excedentes al final de ese periodo, ya que de otra manera los perdería. Poniéndose en el caso de un usuario de Arkansas, si a falta de tres meses del final del plazo de vigencia tiene derecho a “x” kWh de consumo diferido, tratará de consumir aquello que genere esos tres meses más esa cantidad “x”, buscando acabar su ciclo con excedente nulo. Con esta manera de proceder, se pierden muchas de las ventajas del balance neto en la parte final del ciclo anual.



4. TECNOLOGÍA UTILIZADA

4.1. APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA EÓLICA.

4.1.1. HISTORIA.

Un molino es una máquina que transforma el recurso del viento en energía aprovechable. Esta energía, se consigue gracias a la acción de la fuerza del viento sobre unas aspas oblicuas unida a un eje común. El eje giratorio, en el caso de cualquier tipo de molino puede conectarse a varios tipos de maquinaria en función del objetivo del aprovechamiento de la fuerza del viento. Puede moler grano, bombear agua o generar electricidad. Cuando el eje se conecta a una carga, como una bomba, recibe el nombre de molino de viento. Si se usa para producir electricidad se le denomina generador de turbina de viento.

Estos molinos movidos por el viento tienen un origen remoto. Los primeros molinos se podían disfrutar en Persia (hoy, Irán) en el siglo VII d.C. para el riego y para moler el grano. En aquellos primeros molinos, la rueda que sujetaba las aspas era horizontal y estaba soportada sobre un eje vertical. A pesar de la poca eficacia de estos rudimentarios dispositivos, aun así se extendieron por China y Oriente Próximo. En el siglo XII, llegaron los primeros molinos a Europa de la mano de países como Francia e Inglaterra y más tarde se distribuyeron por todo el continente. Las estructuras eran de madera, que se hacían girar a mano alrededor de un poste central para levantar sus aspas al viento. El modelo que se desarrolló en Francia en el siglo XIV consistía en una torre de piedra coronada por una estructura rotativa de madera que soportaba el eje del molino y la maquinaria superior del mismo. De la parte superior del molino sobresalía un eje horizontal. De este eje partían de cuatro a ocho aspas, con una longitud que variaba entre los 3 y los 9 metros. Las vigas de madera se cubrían con telas o planchas de madera. La energía generada por el giro del eje se transmitía, a través de un sistema de engranajes, a la maquinaria del molino emplazada en la base de la estructura.

4.1.2. AEROGENERADORES.

Actualmente, la energía del viento es utilizada mediante el uso de máquinas eólicas. Éstas son capaces de transformar la energía eólica en energía mecánica de rotación utilizable, ya sea para accionar directamente las máquinas (molinos), o para la producción de energía eléctrica (el caso del que se ocupa este proyecto). En el caso de que sea utilizado para la producción energética, la transformación de energía mecánica en energía eléctrica requiere

un sistema llamado aerogenerador. Dicho sistema comprende un generador eléctrico con sus sistemas de control y de conexión a la red.

La baja densidad energética de la energía eólica por unidad de superficie, suele traer como consecuencia la necesidad de proceder a la instalación de un número mayor de máquinas para el aprovechamiento de los recursos disponibles (parques eólicos), ya que normalmente la finalidad de la colocación de estos sistemas, es la obtención de gran volumen de energía simulando cualquier otro tipo de central productora de electricidad. En el caso que se ocupa en este PFC sin embargo, se hace el estudio de rentabilidad para la colocación de un solo molino, con la finalidad de abastecer de electricidad únicamente una vivienda unifamiliar.

En dichos molinos la energía eólica mueve una hélice y mediante un sistema mecánico se hace girar el rotor de un generador, normalmente un alternador, que produce energía eléctrica. Más adelante se hablará de la peculiaridad de estos sistemas tomando como referencia dos tipos de molinos. Normalmente, estos sofisticados molinos de viento resultan atractivos especialmente en áreas expuestas a vientos frecuentes como zonas costeras o alturas de montaña, no obstante, el tema a tratar en este PFC es la posible rentabilidad que existiera en la colocación de uno de estos dispositivos a pesar de no cumplir con el emplazamiento más idóneo.

4.2. LA ENERGÍA EÓLICA EN ESPAÑA Y EN EL MUNDO

En los últimos 25 años, la energía eólica ha alcanzado un nivel de desarrollo muy alto. En esto más de 25 años, los generadores eólicos han crecido de manera exponencial de los 55 W en 1982 a los 5 MW hoy en día, al igual que sus parámetros geométricos, pasando de los 15 a los 125 metros. La potencia total acumulada también ha sufrido un fuerte crecimiento siendo ahora de casi 200.000 MW.

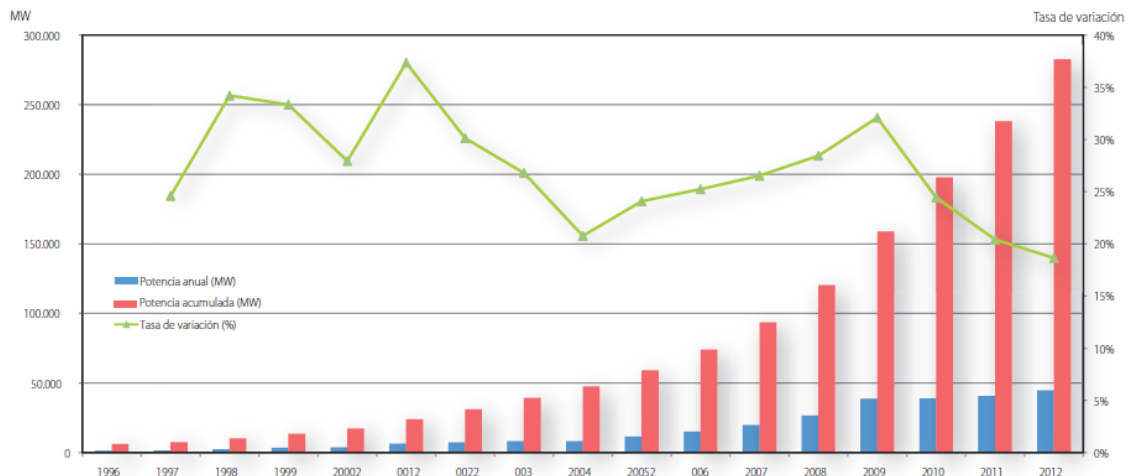


Figura 34. Potencia instalada y acumulada a nivel mundial. Fuente: AEE, GWEC y EWEA

A nivel mundial, la potencia eólica instalada creció en 44.711 MW, un 18% respecto a 2011, hasta situarse en 282.482 MW, según los datos publicados por GWEC (Global Wind Energy Council). España se mantiene como el cuarto país del mundo en eólica, por detrás de China, con 75.564 MW (13.200 MW instalados nuevos en 2012), Estados Unidos, con 60.007 MW (13.124 MW nuevos) y Alemania, con 31.332 MW (2.439 MW nuevos).

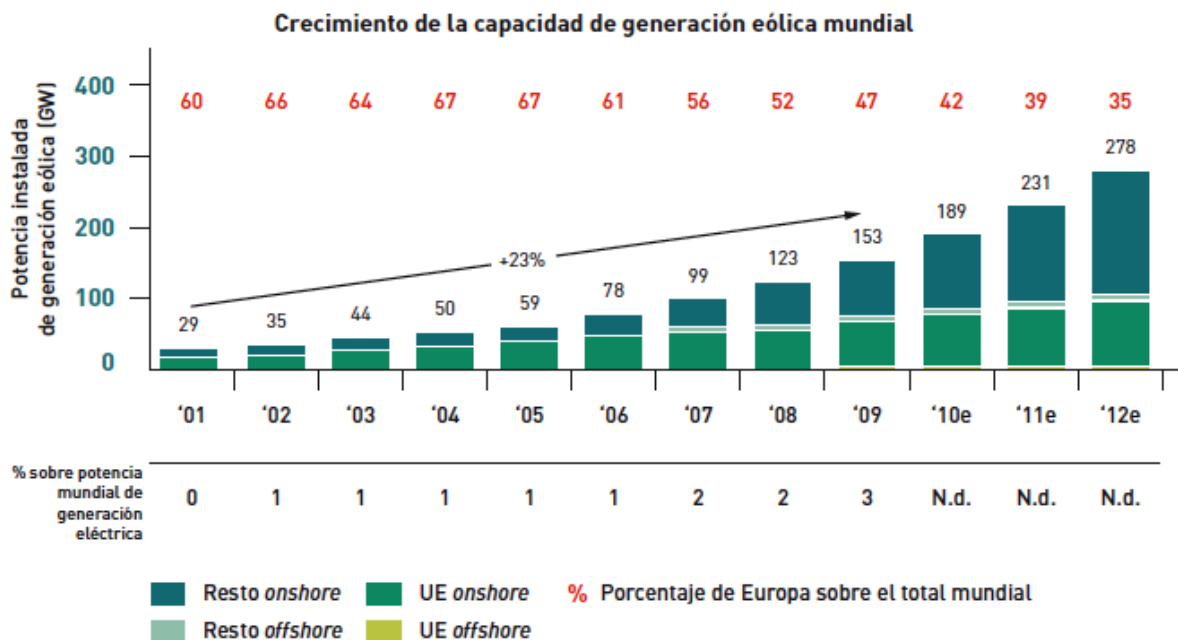


Figura 35. Evolución de la energía eólica en España y en el mundo. Fuente: IDAE

Por otro lado datos como que el 30% de toda la potencia instalada en la UE en los últimos 7 años pertenece a instalaciones eólicas da mucho que pensar acerca de la adecuación de la instalación de esta tecnología. Y por ello, los planes auguran que en 2020 se alcanzarán un 20% de energías renovables.

El continuo crecimiento y la expansión de la energía eólica muestran que es una tecnología muy buena, es una energía limpia, es una energía renovable y no es difícil de instalar.

Actualmente, España es el segundo productor de energía eólica de Europa inmediatamente detrás de Alemania y el cuarto del mundo detrás de EE.UU, China y la ya citada Alemania. Las cuatro comunidades autónomas donde más concentración de instalaciones existen son Castilla-León, Castilla-La Mancha, Galicia y Andalucía, siendo este tipo de energía la tercera fuerza de producción eléctrica en España.

En la siguiente figura se puede observar cuál es la situación actual de potencia eólica total instalada en Europa. Como se puede observar, la situación de España en el gráfico es privilegiada dentro del resto de los países.

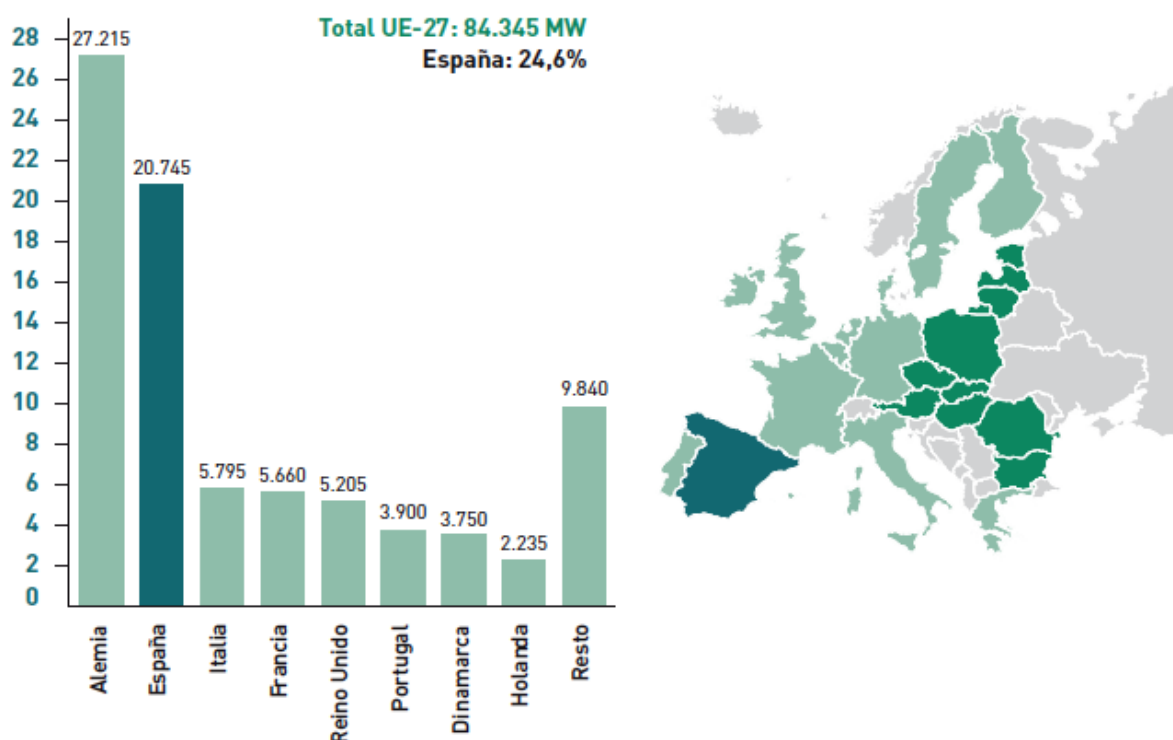


Figura 36. Situación de energía eólica en España y en la UE. Fuente: IDAE

Como ejemplo de la importancia que tiene la energía eólica en España cabe destacar la del parque eólico de Tarifa (Cádiz), gestionado por la Sociedad Eólica de Andalucía (SEA),

alcanzó en mayo de 2008 el primer teravatio-hora (1.000 millones de kilovatios hora) de energía facturada, convirtiéndose en el primero de España en conseguir esta cifra. Con toda esta energía suministrada se puede abastecer el consumo doméstico de una ciudad de unos 700.000 habitantes, durante un año y medio.

Otros datos que demuestran el nivel de desarrollo de la tecnología eólica en España son:

- España producía a mediados de 2007, el 20% de la energía eólica mundial.
- Las siete centrales nucleares que hay en España, con sus 8 reactores, juntas generan 7.742,32 MW. Que son 5.058 MW menos que la potencia eólica instalada en España.
- La media anual está en el 10% de la producción total.

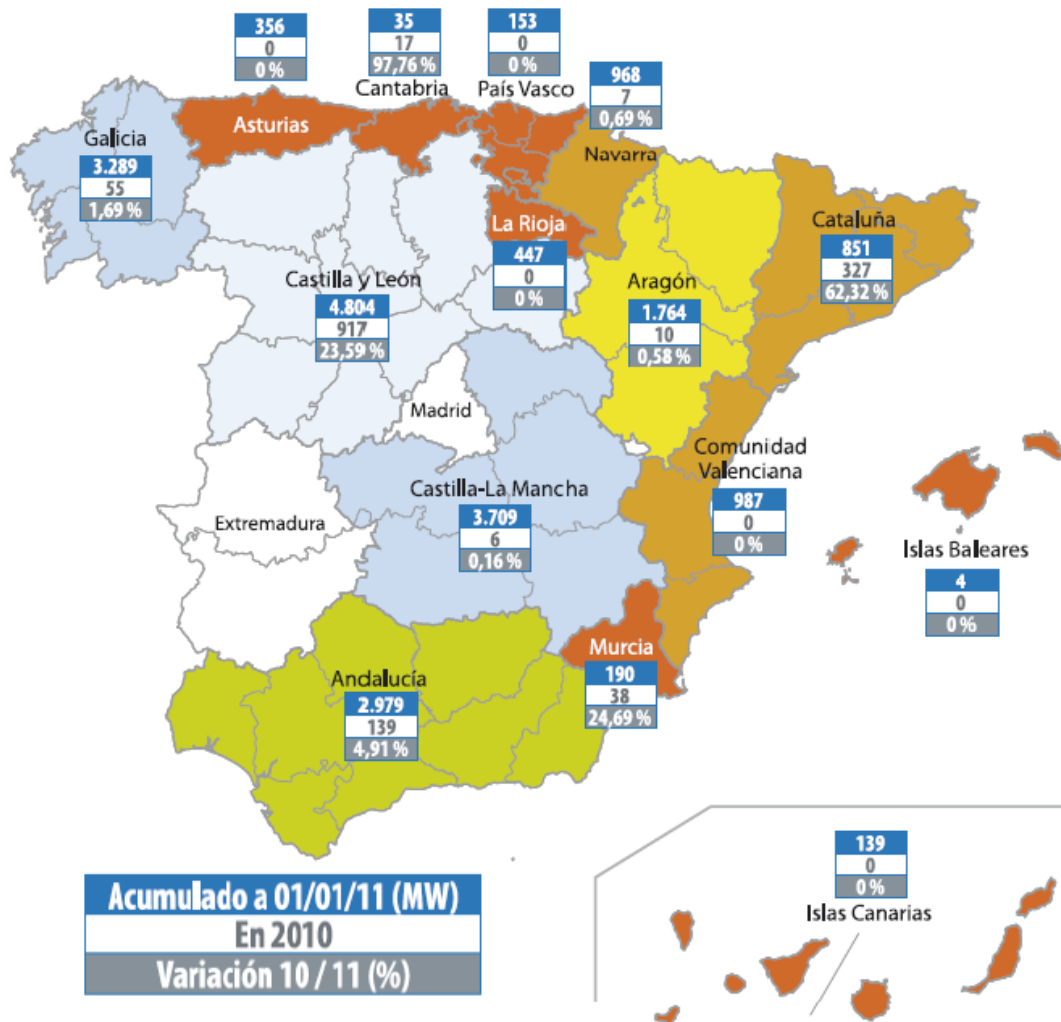


Figura 37. Potencia eólica instalada en España (año 2011). Fuente: UCLM

Es muy destacable la importancia que tiene en España este tipo de energía, cabe destacar que en días particularmente ventosos, puede llegar a aportar más de un cuarto de la energía total consumida en el país.

Otro dato histórico que cabe destacar es que el día 6 de febrero del presente año la energía eólica logró superar los 17.000 MW. Los parques eólicos a las 15.50 horas alcanzaron los 17.014 megavatios (MW), muy por encima del anterior máximo (16.636 MW).

Según los datos de la Red Eléctrica de España, en el momento del máximo se cubría el 42,5 % de la demanda de electricidad, muy por encima de la nuclear, que abarcaba en ese momento un 15,2% del consumo. En ese mismo momento, el parque eólico español funcionaba al 75% de su capacidad.

Además, ha sido la primera fuente de electricidad de España durante un trimestre completo. Del 1 de noviembre al 31 de enero y gracias a los fuertes vientos que soplaron en esos meses, la energía eólica generó 16.410 GWh. Por primera vez la eólica ha generado más de 6 TWh en un mes, lo que hace ser una cifra equivalente al consumo eléctrico de la mayor parte de los hogares españoles.

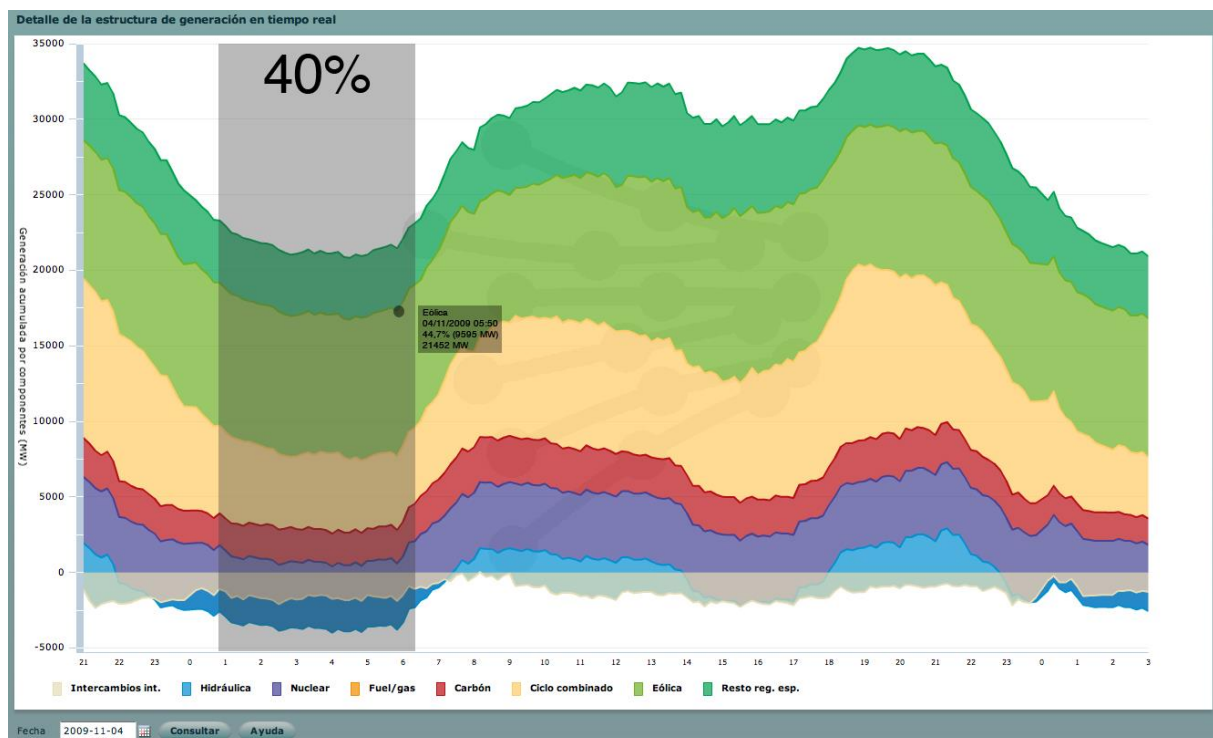


Figura 38. Generación eólica en tiempo real el 6 de febrero de 2013. Fuente: Web Ingenieríaenlared

Según estudios realizados por EWEA (Asociación Europea de Energía Eólica) y Greenpeace, España tiene un potencial eólico técnicamente aprovechable de 43.000 MW,

lo que supone un margen suficiente para satisfacer en 2020 como mínimo un 20% de su demanda eléctrica prevista. Con estos datos, el futuro de la Eólica en España parece muy prometedor.

Siguiendo con la puesta en situación de la energía eólica en España y concretando más en su evolución en los últimos 18 meses, la potencia instalada en el sistema eléctrico peninsular español ascendía a casi 103 GW a cierre de 2012, según la información publicada por Red Eléctrica de España (REE) en el Avance del Informe del Sistema Eléctrico Español 2012. La mayor parte de las nuevas instalaciones fueron de origen renovable. La eólica supuso prácticamente el 21% de la potencia total instalada.

En 2012, la eólica instaló 1.112 MW, lo que supone un crecimiento del 5,3% respecto al cierre del año anterior. A finales de año, la potencia total se situaba en 22.785 MW. Siendo, las comunidades que más aportaron a esta cifra Castilla y León instalando el 25% de la potencia eólica en 2012, con 277,5 nuevos megavatios, de modo que se mantiene a la cabeza del resto de comunidades. Cataluña, con 256 MW, y Andalucía, con 196 MW.

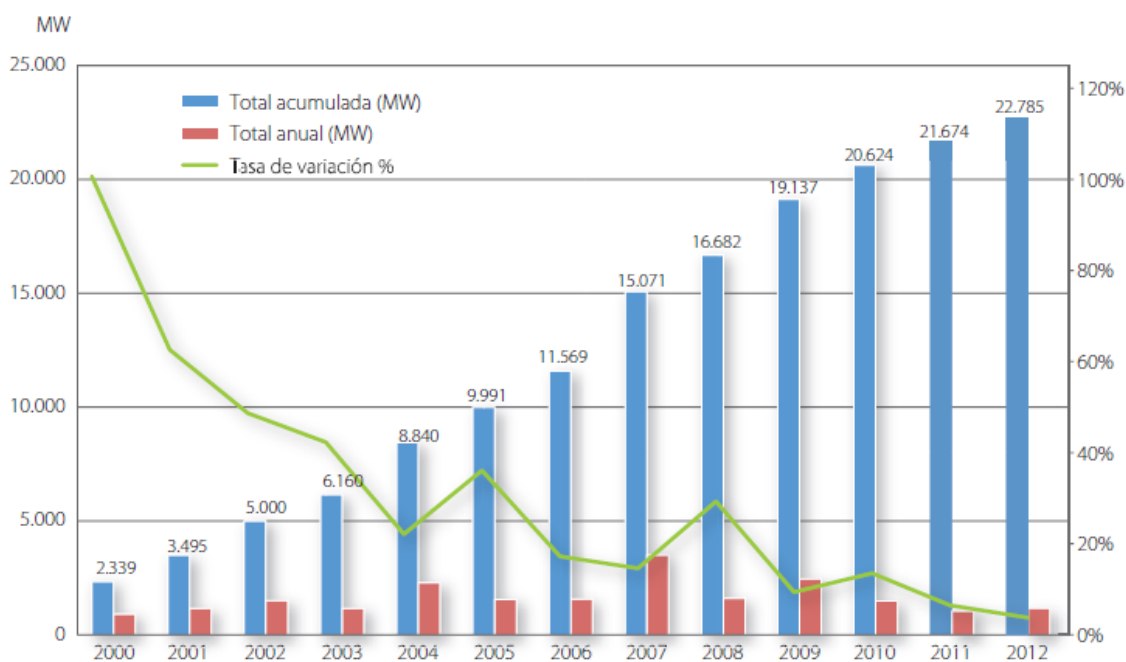


Figura 39. Evolución de la potencia eólica instalada anual, acumulada y tasa de variación en España 2000-2012.
Fuente: AEE

Cabe destacar que el número de aerogeneradores instalados en España en el año 2012 ascendió a 576, frente a los 581 de 2011, los 827 de 2010 y los 1.332 de 2009. A finales de año, había 20.190 aerogeneradores en el país.

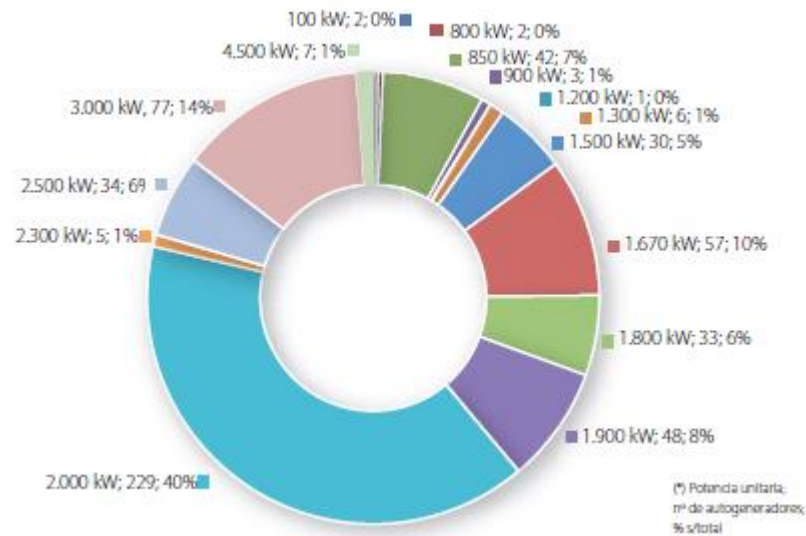


Figura 40. Distribución del tamaño de los aerogeneradores instalados en España en el año 2012. Fuente: AEE

Para hacer una comparación de la energía eólica frente al resto de las energías renovables y explicar en qué situación se encuentra actualmente en España, en los últimos meses, la única energía que ha sufrido un descenso ha sido la hidráulica. Tanto la eólica como la solar fotovoltaica, la solar térmica, la térmica renovable y la térmica no renovable incrementaron su generación.

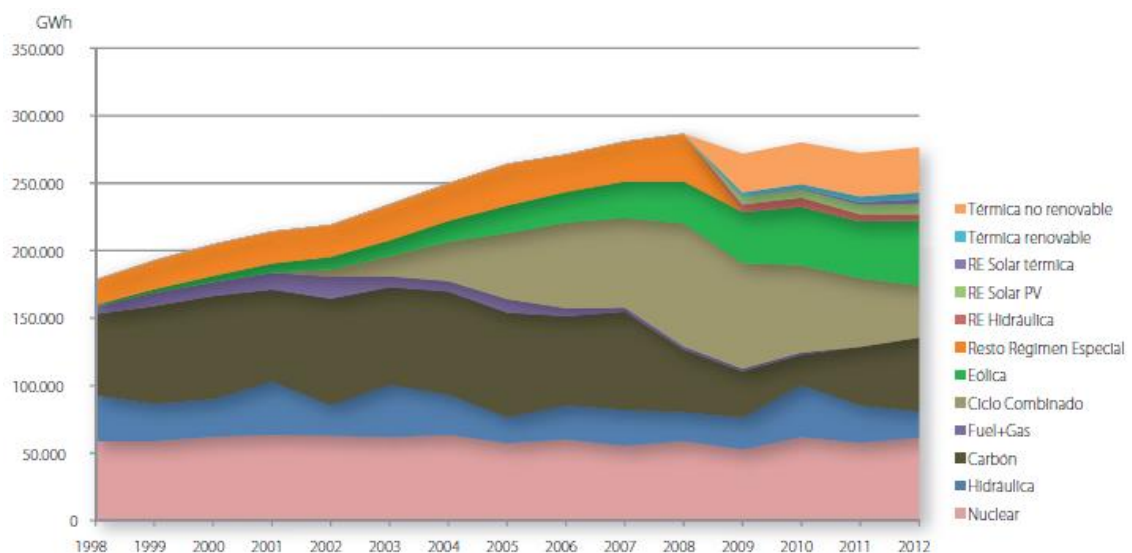


Figura 41. Generación anual por tecnologías. Fuente: AEE

En cuanto a la cobertura de la demanda, la nuclear se ha mantenido en primer lugar, al cubrir el 22% del total (un 21 % en 2011), seguida de las centrales de carbón con

prácticamente un 20% (16% en 2011) y la eólica, con una cuota del 17,4 % (un 15,5 % en 2011). La hidráulica y los ciclos combinados han reducido su aportación al 7% y al 14%, respectivamente, frente al 10 % y el 19 % de 2011.

En conjunto, las energías renovables han cubierto el 32% del total de la generación de energía eléctrica en 2012, frente al 32,5% del año anterior. El motivo fue la menor aportación de la hidráulica. Durante el año 2012, la producción eólica ha alcanzado los 48.106 GWh, un 14,25% más que en 2011, mientras que la potencia ha crecido tan sólo un 5%.

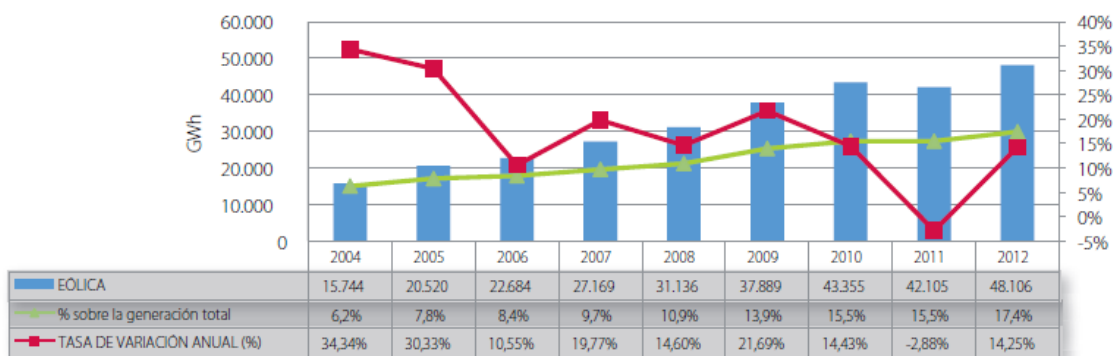


Figura 42. Evolución anual de la generación eólica. Fuente: AEE

4.3. TECNOLOGÍA EÓLICA.

A modo de preámbulo a la tecnología mini-eólica, es interesante hacer antes una pequeña explicación de en qué consiste la energía eólica, ya que podrá ayudar a entender mejor la energía mini-eólica, ya que salvo algunos elementos que dependan de la ubicación en la que se sitúe la instalación el resto suele aplicarse a la mini-eólica.

La energía eólica como ya se ha explicado de manera muy resumida unas páginas atrás se activa con la presencia del viento, es decir, al incidir el viento en las palas de una aeroturbina se produce un trabajo mecánico de rotación que mueve a su vez un generador para producir electricidad. La cantidad de energía que contiene el viento antes de pasar por un rotor en movimiento depende de tres parámetros: la velocidad del viento incidente, densidad del aire y el área barrida por los álabes del rotor.

Un aerogenerador consta de una torre que soporta la góndola y el rotor. El rotor está formado por las palas y el buje que las une. Éste, se utiliza para transformar la energía cinética del viento en energía mecánica y a su vez, la góndola en su interior contiene diferentes dispositivos que van a transformar la energía mecánica del rotor en energía

eléctrica. Además, las góndolas, en su exterior cuentan con un anemómetro y una veleta que permiten el control del sistema, algo importante especialmente para la mini-eólica.

Otras partes son el multiplicador, que multiplica la velocidad de giro que llega del rotor para adaptarla a las necesidades del generador. El generador transforma la energía mecánica en energía eléctrica. El controlador electrónico es un ordenador que controla las condiciones de funcionamiento mediante sensores que captan diferentes indicadores como la temperatura, presión, velocidad del viento, dirección del viento, etc.

Y por último el sistema hidráulico y el sistema de orientación. El sistema hidráulico permiten el accionamiento del giro de las palas sobre su eje y el sistema de orientación, con la ayuda de la veleta, coloca el rotor perpendicular al viento.

La mayoría de los generadores eólicos consisten en un rotor de aspas que gira entorno a un eje que además, lo más habitual es que sea horizontal con rotor tripala a barlovento. Es el que tiene mejor estabilidad estructural, menor emisión de ruidos y el que da un rendimiento energético más alto.

Existen diferentes tipos de aerogeneradores:

- Aerogenerador Darrieus: Consta de un eje vertical sobre el que giran varias palas en forma de C y no necesita ser orientado hacia el viento. Son menos eficientes que los que tienen el eje horizontal y su velocidad de rotación también es menor, requiere ayuda para arrancar y como están pegados al suelo reciben menos viento.
- Aerogenerador monopala, bipala o multipala: Compuesto únicamente por un número mínimo de tres palas para ahorrar la mayor cantidad de material y peso, no obstante sin disminuir la eficiencia. Para vientos moderados se recomienda un aerogenerador multipala. Los sistemas monopala y bipala tienen grandes ventajas como que rotan a mayores velocidades pero presentan problemas de estabilidad estructural y altas emisiones de ruidos.
- Aerogenerador con rotor a sotavento: El hecho de tener el rotor a sotavento implica tener las palas en la parte trasera, cosa que puede ser interesante para máquinas pequeñas, pudiendo utilizarse la carcasa de la góndola como veleta y así orientar el aerogenerador en dirección al viento sin tener que utilizar otros dispositivos.

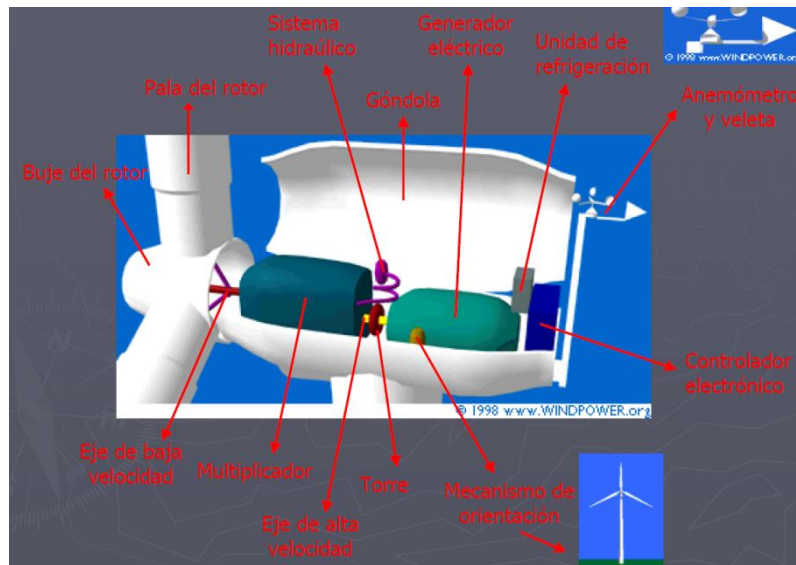


Figura 43. Componentes de un aerogenerador. Fuente: UCLM

Resumiendo, las partes principales de un aerogenerador son por tanto:

- Torre.
- Góndola.
- Rotor.
- Multiplicador.
- Generador.
- Controlador electrónico.
- Sistema hidráulico
- Sistema de orientación.

4.3.1. SUSTENTACIÓN

El rotor, compuesto por las palas y el buje, está situado corriente arriba de la torre y también la góndola en la mayoría de aerogeneradores modernos. Esto se hace, sobre todo, porque la corriente de aire tras la torre es muy irregular (turbulenta). Gracias al viento este rotor gira aunque en realidad, no se trata simplemente de moléculas de aire que chocan contra la parte delantera de las palas del rotor. Los aerogeneradores modernos toman prestada de los aviones y los helicópteros tecnología ya conocida, además de tener algunos trucos propios más avanzados, ya que los aerogeneradores trabajan en un entorno realmente muy diferente, con cambios en las velocidades y en las direcciones del viento.

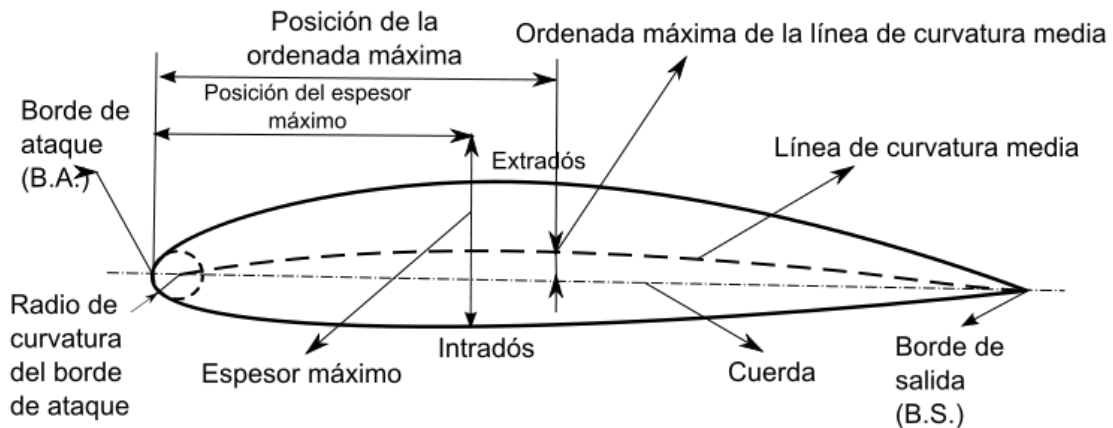


Figura 44. Perfil aerodinámico. Fuente: Wikipedia

Si se observa la figura anterior del perfil cortado (sección transversal) del ala de un avión, la razón por la que un aeroplano puede volar es que el aire que se desliza a lo largo de la superficie superior del ala se mueve más rápidamente que el de la superficie inferior. Esto implica (por efecto Venturi) una presión más baja en la superficie superior, lo que crea la sustentación, es decir, la fuerza de empuje hacia arriba que permite al avión volar. La sustentación es perpendicular a la dirección del viento. El fenómeno de la sustentación es desde hace siglos bien conocido por la gente que trabaja en la construcción de tejados: saben, por experiencia, que el material de la cara a sotavento del tejado (la cara que no da al viento) es arrancado rápidamente si no está correctamente sujeto a su estructura.

Ahora bien, en el momento en que un avión se inclina demasiado hacia atrás en un intento de subir más rápidamente, la sustentación del ala va de hecho a aumentar. En su lugar, el aire gira alrededor de un vórtice irregular (condición que también se conoce como turbulencia). Bruscamente, la sustentación derivada de la baja presión en la superficie superior del ala desaparece. Este fenómeno es conocido como pérdida de sustentación. Un avión perderá la sustentación si la forma del ala va disminuyendo demasiado rápidamente conforme el aire se mueve a lo largo de su dirección general de movimiento (por supuesto, no va a ser el ala propiamente dicha la que cambie su forma, sino el ángulo que forma el ala con la dirección general de la corriente, también conocido como ángulo de ataque). La turbulencia es creada en la cara posterior del ala en relación con la corriente de aire. La pérdida de sustentación puede ser provocada si la superficie del ala del avión (o la pala del rotor de un aerogenerador) no es completamente uniforme y lisa. Una mella en el ala o en la pala del rotor, o un trozo de cinta adhesiva, pueden ser suficiente para iniciar una turbulencia en la parte trasera, incluso si el ángulo de ataque es bastante pequeño. Obviamente, los diseñadores de aviones intentan evitar la pérdida de sustentación a toda costa, ya que un avión sin la sustentación de sus alas caerá como si fuera una piedra. En el

caso de los aerogeneradores se hace uso deliberado del fenómeno de pérdida de sustentación cuando diseñan la palas del rotor.

4.3.2. CONTROL DE POTENCIA DEL AEROGENERADOR.

Los aerogeneradores están diseñados para producir energía eléctrica de la forma más barata posible. Así pues, están generalmente diseñados para rendir al máximo a velocidades alrededor de 15 m/s. Es mejor no diseñar aerogeneradores que maximicen su rendimiento a vientos más fuertes, ya que los vientos tan fuertes no son comunes. En el caso de vientos más fuertes es necesario gastar parte del exceso de la energía del viento para evitar daños en el aerogenerador. En consecuencia, todos los aerogeneradores están diseñados con algún tipo de control de potencia. Hay varias formas de hacerlo con seguridad en los modernos aerogeneradores:

1. Regulación de potencia por cambio del ángulo de paso (“pitch-controlled”)
2. Regulación pasiva por pérdida aerodinámica (“stall-controlled”)
3. Regulación activa por pérdida aerodinámica.

A continuación se va a ver una breve descripción de cada uno de estos sistemas de regulación.

1. Regulación de potencia por cambio del ángulo de paso (“pitch-controlled”)

En un aerogenerador de regulación por cambio del ángulo de paso, el controlador electrónico de la turbina comprueba varias veces por segundo la potencia generada. Cuando ésta alcanza un valor demasiado alto, el controlador envía una orden al mecanismo de cambio del ángulo de paso, que inmediatamente hace girar las palas del rotor ligeramente fuera del viento (del paisaje). Y a la inversa, las palas son vueltas hacia el viento cuando éste disminuye de nuevo. Así pues, las palas del rotor deben ser capaces de girar alrededor de su eje longitudinal (variar el ángulo de paso). Durante la operación normal, las palas girarán una fracción de grado cada vez (y el rotor estará girando al mismo tiempo).

El diseño de aerogeneradores controlados por cambio del ángulo de paso requiere una ingeniería muy desarrollada, para asegurar que las palas giren exactamente el ángulo deseado. En este tipo de aerogeneradores, el ordenador generalmente girará las palas unos pocos grados cada vez que el viento cambie, para mantener un ángulo óptimo que

proporcione el máximo rendimiento a todas las velocidades de viento. El mecanismo de cambio del ángulo de paso suele funcionar de forma hidráulica.

2. Regulación pasiva por pérdida aerodinámica (“stall-controlled”)

Los aerogeneradores de regulación (pasiva) por pérdida aerodinámica tienen las palas del rotor unidas al buje en un ángulo fijo. Sin embargo, el perfil de la pala ha sido aerodinámicamente diseñado para asegurar que, en el momento en que la velocidad del viento sea demasiado alta, se creará turbulencia en la parte de la pala que no da al viento. Esta pérdida de sustentación evita que la fuerza ascensional de la pala actúe sobre el rotor. Según la pérdida de sustentación conforme aumenta la velocidad real del viento en la zona, el ángulo de ataque de la pala del rotor también aumentará, hasta llegar al punto de empezar a perder sustentación. En este caso la pala estará ligeramente torsionada a lo largo de su eje longitudinal. Esto es así en parte para asegurar que la pala pierda la sustentación de forma gradual, en lugar de hacerlo bruscamente, cuando la velocidad del viento alcanza su valor crítico (otras razones para torsionar la pala fueron mencionadas en la sección sobre aerodinámica del rotor).

La principal ventaja de la regulación por pérdida aerodinámica es que se evitan las partes móviles del rotor y un complejo sistema de control. Por otro lado, la regulación por pérdida aerodinámica representa un problema de diseño aerodinámico muy complejo, y comporta retos en el diseño de la dinámica estructural de toda la turbina, para evitar las vibraciones provocadas por la pérdida de sustentación. Alrededor de las dos terceras partes de los aerogeneradores que actualmente se están instalando en todo el mundo son máquinas de regulación por pérdida aerodinámica.

3. Regulación activa por pérdida aerodinámica

Un número creciente de grandes aerogeneradores (a partir de 1 MW) están siendo desarrollados con un mecanismo de regulación activa por pérdida aerodinámica. Técnicamente, las máquinas de regulación activa por pérdida aerodinámica se parecen a las de regulación por cambio del ángulo de paso, en el sentido de que ambos tienen palas que pueden girar. Para tener un momento de torsión razonablemente alto a bajas velocidades del viento, este tipo de máquinas serán normalmente programadas para girar sus palas como las de regulación por cambio del ángulo de paso a bajas velocidades del viento (a menudo sólo utilizan unos pocos pasos fijos, dependiendo de la velocidad del viento). Sin embargo, cuando la máquina alcanza su potencia nominal, este tipo de máquinas presentan una gran diferencia respecto a las máquinas reguladas por cambio del ángulo de paso: si el generador va a sobrecargarse, la máquina girará las palas en la dirección contraria a la que

lo haría una máquina de regulación por cambio del ángulo de paso. En otras palabras, aumentará el ángulo de paso de las palas para llevarlas hasta una posición de mayor pérdida de sustentación, y poder así consumir el exceso de energía del viento. Una de las ventajas de la regulación activa por pérdida aerodinámica es que la producción de potencia puede ser controlada de forma más exacta que con la regulación pasiva, con el fin de evitar que al principio de una ráfaga de viento la potencia nominal sea sobrepasada. Otra de las ventajas es que la máquina puede funcionar casi exactamente a la potencia nominal a todas las velocidades de viento. Un aerogenerador normal de regulación pasiva por pérdida aerodinámica tendrá generalmente una caída en la producción de potencia eléctrica a altas velocidades de viento, dado que las palas alcanzan una mayor pérdida de sustentación. El mecanismo de cambio del ángulo de paso suele operarse mediante sistemas hidráulico con motores eléctricos paso a paso. La elección de la regulación por cambio de paso es sobre todo una cuestión económica: hay que considerar si vale o no la pena pagar por la mayor complejidad de la máquina que supone el añadir el mecanismo de cambio de paso de la pala.

4.3.2. MECANISMOS DE ORIENTACIÓN

Casi todos los aerogeneradores de eje horizontal emplean orientación forzada, es decir, utilizan un mecanismo que mantiene la turbina orientada en contra del viento mediante motores eléctricos y multiplicadores. En la siguiente figura se puede ver el mecanismo de orientación de una máquina típica de 750 kW vista desde abajo, mirando hacia la góndola. En la parte más exterior podemos distinguir la corona de orientación, y en el interior las ruedas de los motores de orientación y los frenos del sistema de orientación.



© 1998 www.WINDPOWER.org

Figura 45. Mecanismo de orientación. Fuente: Windpower

Casi todos los fabricantes de máquinas con rotor a barlovento prefieren frenar el mecanismo de orientación cuando no está siendo utilizado. El mecanismo de orientación es activado por un controlador electrónico que vigila la posición de la veleta de la turbina varias veces por segundo cuando la turbina está girando.

Se dice que la turbina eólica tiene un error de orientación si el rotor no está perpendicular al viento. Un error de orientación implica que una menor proporción de la energía del viento pasará a través del área del rotor (matemáticamente se puede decir que esta proporción disminuirá con el coseno del error de orientación).

4.4. TECNOLOGÍA MINI-EÓLICA.

La utilización de sistemas capaces de generar energía de forma limpia y sostenible está teniendo un gran crecimiento en los últimos años. Esto en gran parte, se debe a los actuales problemas derivados del cambio climático y del agotamiento de los recursos a los que nos enfrentamos. Después de la firma del Tratado de Kyoto en 1997 la búsqueda de soluciones energéticas limpias y sostenibles ha aumentado considerablemente.

En Europa, en los últimos años se está produciendo un fenómeno de fijación en lugares de producción de energía eólica con turbinas de más de 500 kw, y este hecho, ha contribuido a reducir los costes de tecnología. Aunque debido a sus grandes dimensiones y al fuerte impacto ambiental, principalmente visual, tiene dificultades para la concesión de licencias. Sin embargo, aquí es donde aparecen las instalaciones eólicas de pequeño tamaño cuyo impacto visual puede ser casi mínimo y pueden ser usados en aplicaciones diferentes de las ya conocidas industriales. Es decir, puede ser perfectamente usado en hogares, pequeñas infraestructuras turísticas, lugares aislados, etc. Además la dificultad que tiene comparado con su hermano mayor para extender la red eléctrica y el desarrollo del mercado eléctrico liberalizado están contribuyendo a fomentar la tecnología mini-eólica.

No existe ninguna clasificación en cuanto a tecnología eólica que defina concretamente lo mini-eólico, no obstante, se suele utilizar este concepto para instalaciones menores de 100 kw, y los rendimientos globales de este tipo de instalaciones suelen estar comprendidos entre un 0,3 y 0,6, es decir inferior a los de dimensiones industriales.

Hay que mencionar que en cuanto a estos generadores de pequeña potencia, inferiores incluso a 10 kw, que normalmente son utilizados para bombeo de agua y minigeneradores eólicos (caso que nos ocupa), aunque el número de instalaciones realizadas y potencialmente previsibles en los próximos años es alto, su contribución energética todavía es muy baja.

Es España todavía, no hay demasiados fabricantes de pequeños aerogeneradores pero está creciendo y existen varios importadores, especialmente fabricantes de Estados Unidos.



Figura 46. Aerogenerador minieólico. Fuente: Wikipedia

El impacto medioambiental de estas instalaciones mini-eólicas tiene elementos en común con el de las grandes instalaciones (proporcionalmente gran ocupación del suelo, impacto visual, ruido, interferencias en las telecomunicaciones, efectos negativos sobre la fauna y la flora, efectos electromagnéticos), ya que interfiere con los mismos elementos naturales, aunque tenga resultados perceptivos diferentes. Hay que tener en cuenta que estas pequeñas turbinas, a pesar de que son mucho más pequeñas que los grandes aerogeneradores, a pesar de necesitar menos espacio, a menudo están instaladas cerca de otros elementos y pueden suponer una pérdida de espacio que podría estar destinado a otros fines. Podrían ocasionar algunas interferencias en las comunicaciones y efectos electromagnéticos. Aunque lo cierto es que todos estos elementos no tienen demasiada relevancia, es importante tenerlos en cuenta en el estudio preliminar de viabilidad del proyecto.

4.4.1. SITUACIÓN DEL MERCADO.

Actualmente existen aerogeneradores con potencias inferiores a 100 kW pero únicamente son utilizados para la generación de electricidad en entornos aislados. Realmente son productos de alta calidad que podrían perfectamente integrarse en viviendas y en la red e

incluso con la posibilidad de producir energía mediante sistemas híbridos con instalaciones de solar fotovoltaica, grupo diésel, etc. y que actualmente empieza a crecer esta idea.

Paradójicamente, en España todavía no se ha desarrollado el gran potencial de esta tecnología, aun disponiendo de un razonable recurso eólico y de un sector industrial emergente (evidentemente detectable), además de ser un sector evidentemente competitivo técnicamente. Pero hay que potenciarlo sin ninguna duda, ya que se podría replicar el éxito obtenido en la tecnología eólica de gran potencia, adaptándolo eso sí a la producción de energía eléctrica de forma distribuida, en los mismos emplazamientos en los que se demanda, evitando además las consabidas pérdidas en energía en su transporte desde lugares lejanos.

Actualmente en España, la capacidad total estimada es poco más de 7 MW, por lo que se está solicitando al Gobierno su posible desarrollo dentro del futuro Plan de Energías Renovables 2011-2020, en un marco de estímulo que facilite, a través de la viabilidad económica, el desarrollo de este tipo de instalaciones que convierten energía eólica en eléctrica muy cerca del punto de demanda.

Dentro de los problemas o actuales barreras que existen cabe destacar las siguientes:

- En el marco legislativo existe una ausencia de un marco regulatorio especial para minieólica, ya que todas las tecnologías eólicas ya sean mini o convencional están reguladas en España por el Real Decreto 661/2007 de 27 de mayo. A esto hay que sumarle que no existe por tanto una normativa de conexión a la red adecuada a la potencia eléctrica de los equipos minieólicos, además de una ausencia total de incentivos a nivel fiscal. Todo lo anterior impide una activación del mercado y por tanto, un desarrollo de tecnología fiable con costes competitivos.
- En cuanto a las barreras administrativas, no existen regulaciones locales ni permisos definidos y las consejerías de industria de las CC.AA. desconocen el procedimiento a seguir. Esto hace que para conectar una instalación a una red, únicamente se hace distinción a la hora de tramitar para instalaciones fotovoltaicas < 100 kw y parques eólicos de gran potencia.
- Existen también barreras derivadas de la tecnología, ya que se asimila la minieólica dentro de la gran eólica cuando en realidad existen algunas diferencias tecnológicas y de costes. También existe una falta de estandarización y tecnología de fabricación en masa que permita reducir los precios, a día de hoy coste/MW de una turbina minieólica es aproximadamente 5 veces los costes de una de eólica convencional.

- Una de las más importantes barreras es social, ya que existe una necesidad por parte de la sociedad de esta nueva tecnología. Para ello se deben apoyar campañas informativas y de sensibilización que por un lado potencien la penetración en los núcleos urbanos y por otro, incrementen su aprovechamiento en mercados donde ya está introducida.

Existen varias propuestas emitidas desde diferentes organizaciones y sectores:

- Debe haber un marco regulatorio específico y diferenciado de la gran eólica.
- Sistema retributivo específico.
- Los proyectos deberían amortizarse en un número menor de años que actualmente , aproximadamente a los 2/3 años de la vida de la instalación.
- Limitar la retribución económica anual (kW subvencionado).
- Sistema de regulación para evitar grandes instalaciones.
- Punto de suministro previamente contratado por la compañía eléctrica.
- Limitar la potencia instalada al 150% del contrato de suministro.
- Cumplir la normativa con valores de contaminación acústica y de seguridad.
- Normativa de seguridad de conexión a red.
- Establecer un trámite administrativo simplificado para agilizar los procedimientos.
- Inclusión en el PER 2011-2020.

La situación en el mercado internacional de la minieólica no difiere demasiado de la que se vive en España. En países en vías de desarrollo hay un alto porcentaje de población sin acceso a una red convencional y es de la mano de esta tecnología donde se podría conseguir fomentarlo allí donde existe una red convencional además de aprovechar los sistemas híbridos asilados allí donde no existe dicho acceso.

No obstante en algunos países del mundo desarrollado, se están superando algunas de las barreras que acabamos de mencionar de manera creciente, prueba de ello son EE.UU., U.K. o Portugal.

En EE.UU. ya hay más de 80 MW instalados con más de 10.500 miniaerogeneradores, la mayoría de ellos con potencias comprendidas entre los 0,1 y 10 kW, con una facturación total de 77 millones de dólares. Lo más importante es que la AWEA y la industria hacen esfuerzos para legislar (créditos del 30% para turbinas < 100 MW) y eliminar barreras administrativas que debiliten el sector, además de incentivar según kW de la turbina para animar la producción de energía eléctrica con la previsión de alcanzar los 1.700 MW en 2013.

En U.K. se pretenden crear las condiciones para que la microgeneración sea una fuente realmente alternativa o suplementaria a las convencionales. Existen planes de promoción de minieólica que prevén alcanzar una capacidad total instalada de 1.300 MW en 2020.

Actualmente en U.K. existen unas 100.000 instalaciones de microgeneración con el objetivo de abastecer el 30-40% de la demanda eléctrica del país a través de tecnologías de microgeneración y contribuir así a la reducción del 60% de emisiones CO₂.

En Portugal el desarrollo de esta tecnología va por un camino parecido, ya que con el Decreto Ley 363/2007 se establece un nuevo régimen jurídico enmarcado dentro del ámbito de la Estrategia Nacional para la Energía, que pretende impulsar la microproducción de electricidad. Sustituye además viejos procedimientos lentos y burocráticos por una única acción de registro en el Sistema de Registro Microproducción. Además permite que cualquier consumidor de energía pueda ser productor de la misma (sólo hasta la mitad del índice de potencia del hogar).

4.4.2. INTRODUCCIÓN A LA ENERGÍA MINIEÓLICA.

Existen diferentes configuraciones de turbinas eólicas: monopalas, tripala, bipala, multipala. El aumento del número de palas disminuye la velocidad de rotación y aumenta el rendimiento, pero encarece el precio de las turbinas. Por este motivo, el mercado se ha centrado más en rotores bipala y tripala, siendo esta última la más habitual, no sólo por sus parámetros geométricos sino porque además la energía que produce es ligeramente superior, con el consecuente aumento de rendimiento, además de ser visualmente menos agresivos.

En general, las palas de este tipo de aerogeneradores son fabricadas con poliéster reforzado con fibra de vidrio o con fibras de carbono, raramente de madera.

Existen varias opciones a la hora de utilizar este tipo de sistemas:

- Existen zonas aisladas desde un punto de vista energético, en las que no resulta económicamente rentable llevar hasta allí la red eléctrica. En estos casos es posible que haya instalaciones no conectadas a red. Mediante el uso de aerogeneradores de pequeño tamaño junto con sistemas de acumulación (baterías) y sistemas híbridos (con paneles fotovoltaicos y generadores diésel).
- Otras aplicaciones están relacionadas con la alimentación de sistemas de telecomunicación (repetidores, antenas de telefonía móvil instalados lejos de la red eléctrica, etc).

- Sistemas de bombeo y drenaje: áreas de cultivo, etc.
- Necesidades de alumbrado público: carreteras, faros, plataformas, semáforos...
- Alimentación de zonas aisladas dentro de espacios naturales protegidos.

Por lo que concierne al procedimiento de evaluación de impacto ambiental, las micro-instalaciones eólicas no están sujetas a la legislación básica estatal. Sin embargo, hay que tener en cuenta la normativa de evaluación del impacto ambiental de la Comunidad Autónoma en la que se desee instalar una instalación de estas características.

Como se puede observar, una de las grandes ventajas de esta tecnología y el nuevo Real Decreto del que se estudia su viabilidad es que permite producir energía de origen autóctono en el mismo lugar donde se demanda, sin pérdidas en el transporte, cediendo el exceso de red y a su vez, aumentando la eficiencia del sistema. Estas tecnologías se pueden desarrollar en todo tipo de espacios, ya sea de ámbito rural, industrial, urbano, sin perjudicar los espacios naturales.

Desde un punto de vista tecnológico-económico se podrían destacar los siguientes puntos para definir el estado actual del campo de la mini-eólica:

- No existe madurez en el sector. Dispersión de parámetros, fabricación bastante artesanal, lazos de regulación pasivos, etc.
- Su fiabilidad y eficiencia es mejorable: Falta de mecanismos de certificación, falta de documentación, etc.
- Aplicaciones aisladas y conectadas a red.
- Se exige tecnología muy robusta, ya que requiere bajos costes de operación y mantenimiento y se suele instalar en las cercanías de zonas habitadas.
- Las emisiones de ruido y vibraciones deben estar muy controladas.
- Falta un mercado adecuado de apoyo.
- Tiene un alto coste específico.



Figura 47. Instalaciones domésticas. Fuente: www.modus-vivendi.es

Por otro lado podemos también analizar cuáles son las ventajas que hacen de la mini-eólica una tecnología interesante.

- El consumo típico residencial es de entre 800 y 2000 kWh/mes (en el caso de la vivienda de la que es objeto este proyecto, el consumo medio por mes es de más de 500 kWh) y un aerogenerador de 1,5 Kw produce entre 2000 y 3000 Kwh de media, con lo que evitaría la emisión de alrededor de 1,4 t de CO₂.
- Es autónomo, y por tanto puede suministrar electricidad en lugares aislados y alejados de red.
- El impacto visual es menor con respecto a las máquinas convencionales.
- Genera la energía muy cerca de los puntos de consumo, por lo que se evitan muchas pérdidas en el transporte.
- Es accesible a muchos usuarios, sin apenas necesidad de obra civil y su instalación es sencilla.
- Estimula la concienciación a nivel personal del problema energético
- Funciona con vientos moderados y no requiere estudios de viabilidad complicados.

Una turbina eólica puede llegar a reducir la facturación eléctrica entre el 50 y el 90% y ayudar a evitar los altos costos que se pueden generar de extender las redes de suministro a sitios remotos, además de prevenir interrupciones de energía y reducir emisiones de CO₂.

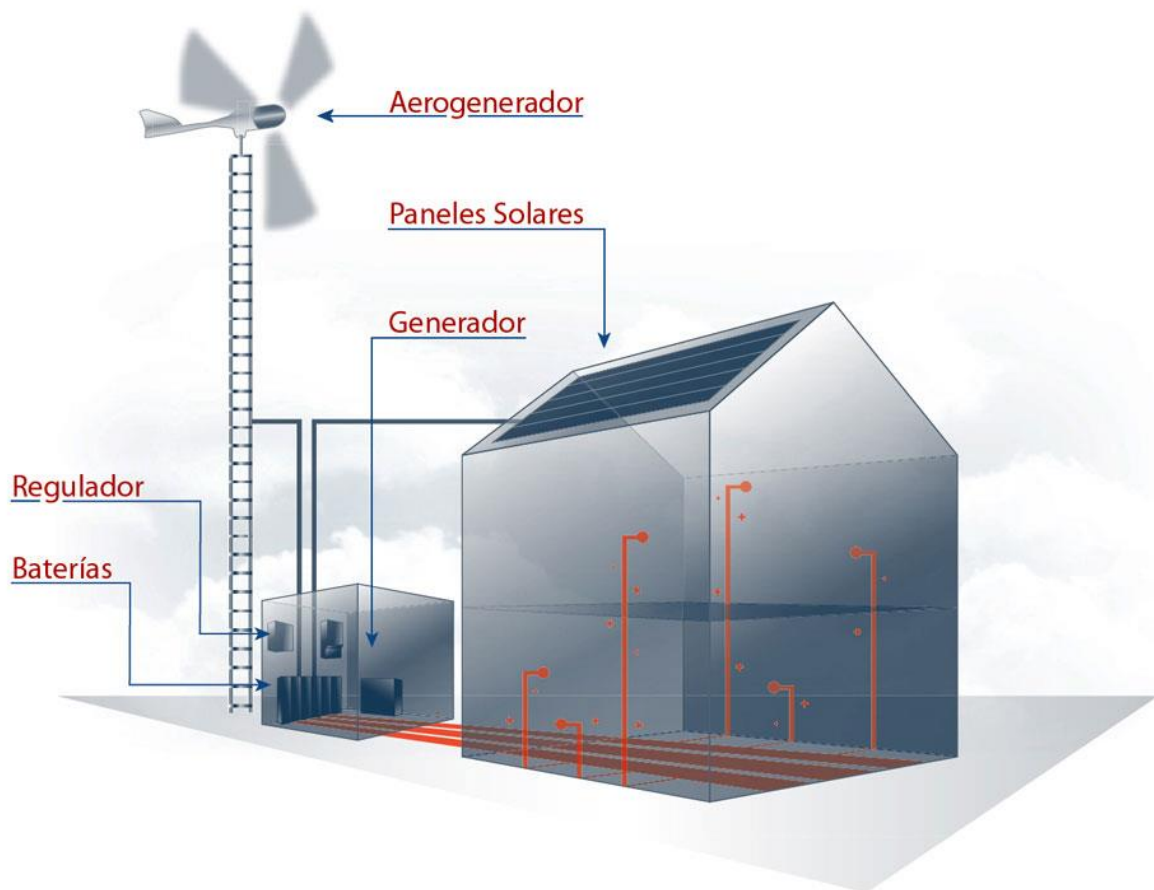


Figura 48. Esquema instalación minieólica doméstica. Fuente: ENAIR

4.4.3. PRINCIPIOS DE LA ENERGÍA EÓLICA.

- Fuente de creación de energía: el viento.

$$P = \frac{1}{2} \rho A v^3$$

donde el significado de cada variable es:

| | |
|--------|--|
| P | Potencia del viento en W (vatios) |
| ρ | Densidad del aire seco en kg/m^3 ($1,225 \text{ kg/m}^3$ a la presión atmosférica promedio a nivel del mar y a 15°C) |
| A | Área considerada en m^2 |
| v^3 | Velocidad del viento medida en m/s |

La potencia disponible en el viento con densidad ρ depende del cubo de la velocidad y de la superficie de área A perpendicular al flujo de viento. En el caso de los aerogeneradores el área A es el área del rotor. La potencia eólica disponible aumenta linealmente con el tamaño del rotor y cúbicamente con la velocidad del viento.

- Análisis del recurso eólico de un emplazamiento
- Selección del emplazamiento
- Instalación de torres meteorológicas en el área elegida
- Recogida de datos durante un período (mínimo 1 año)
- Análisis de datos, y con ello la elección del modelo de aerogenerador

4.4.4. TIPOS DE AEROGENERADORES

AEROGENERADORES DE EJE HORIZONTAL

La mayor parte de la tecnología descrita en los puntos anteriores se refiere a aerogeneradores de eje horizontal. La razón es simple: todos los aerogeneradores comerciales conectados a la red se construyen actualmente con un rotor tipo hélice de eje horizontal. El gráfico de abajo muestra el rendimiento (a través del coeficiente de potencia) de los distintos tipos de aerogeneradores que se discuten brevemente. Por supuesto, la finalidad del rotor es la de convertir el movimiento lineal del viento en energía rotacional que pueda ser utilizada para hacer funcionar el generador. El mismo principio básico es el que se utiliza en las modernas turbinas hidráulicas, en las que la corriente de agua es paralela al eje de rotación de los álabes de la turbina.

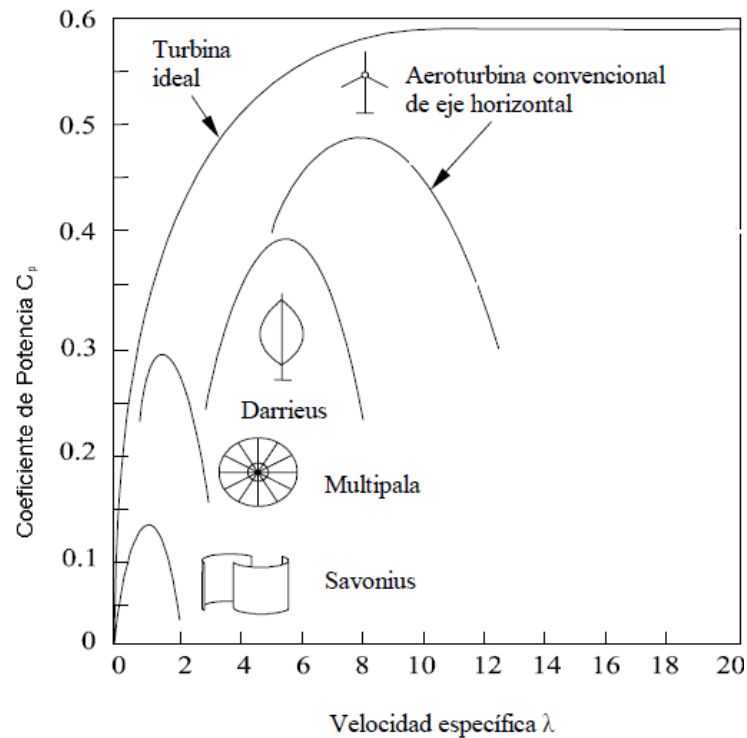


Figura 49. Coeficiente de potencia (frente a velocidad) para distintos tipos de aerogeneradores. Fuente: UCLM

Los aerogeneradores de eje horizontal son aquellos en los que el eje de rotación del equipo se encuentra paralelo al suelo. Ésta es la tecnología que se ha impuesto, por su eficiencia y confiabilidad y la capacidad de adaptarse a diferentes potencias.

Todos los aerogeneradores de eje horizontal tienen su eje de rotación principal en la parte superior de la torre, que tiene que orientarse hacia el viento de alguna manera. Los aerogeneradores pequeños se orientan mediante una veleta, mientras que los más grandes utilizan un sensor de dirección y se orientan por servomotores o motorreductores.



Figura 50. Aerogenerador tripala de eje horizontal. Fuente: www.cubasolar.cu

Existen 2 tecnologías de generadores eléctricos: multi-polos y de imanes permanentes. Los primeros funcionan a velocidades del orden de 1000 rpm. Dado que la velocidad de rotación de las aspas es baja (12 rpm), requieren el uso de una caja reductora o multiplicadora para conseguir una velocidad de rotación adecuada. Los de imanes permanentes no requieren multiplicadora.

A pesar de la desventaja en el incremento de la turbulencia, se han construido aerogeneradores con hélices localizadas en la parte posterior de la torre, debido a que se orientan en contra del viento de manera natural, sin necesidad de usar un mecanismo de control. Sin embargo, la experiencia ha demostrado la necesidad de un sistema de orientación para la hélice que la ubique delante de la torre. Este tipo de montaje se justifica debido a la gran influencia que tiene la turbulencia en el desgaste de las aspas por fatiga. La mayoría de los aerogeneradores actuales son de este último modelo.

AEROGENERADORES DE EJE VERTICAL

Como probablemente recordará, en las clásicas norias de agua el agua llegaba en ángulo recto (perpendicular) respecto al eje de rotación de la noria. Los aerogeneradores de eje vertical son como las norias en ese sentido (algunos tipos de turbinas de eje vertical realmente también podrían trabajar con un eje horizontal, aunque apenas serían capaces de mejorar la eficiencia de una turbina de tipo hélice).



Figura 51. Aerogenerador máquina Darrieus. Fuente: www.renovables-energia.com

La única turbina de eje vertical que ha sido comercialmente fabricada a todos los volúmenes es la máquina Darrieus, que debe su nombre al ingeniero francés Georges Darrieus, quien patentó el diseño en 1931 (fue producida por la compañía estadounidense FloWind, que quebró en 1997). La máquina Darrieus se caracteriza por sus palas en forma de C, que le hacen asemejarse a un batidor de huevos. Normalmente se construye con dos o tres palas.

Las principales ventajas teóricas de una máquina de eje vertical son:

- 1) Puede situar el generador, el multiplicador, etc. en el suelo, y puede no tener que necesitar una torre para la máquina.
- 2) No necesita un mecanismo de orientación para girar el rotor en contra del viento.

Las principales desventajas (más que las ventajas) son:

- 1) Las velocidades del viento cerca del nivel del suelo son muy bajas, por lo que a pesar de que puede ahorrarse la torre, sus velocidades de viento serán muy bajas en la parte más inferior de su rotor.
- 2) La eficiencia promedio de las máquinas de eje vertical no es impresionante.
- 3) La máquina no es de arranque automático (es decir, una máquina Darrieus necesitará un "empuje" antes de arrancar. Sin embargo, esto es sólo un inconveniente sin importancia, ya que puede utilizar el generador como motor absorbiendo corriente de red para arrancar la máquina).

4) La máquina puede necesitar cables tensores que la sujeten, aunque esta solución no es practicable en áreas muy cultivadas.

5) Para sustituir el cojinete principal del rotor se necesita desmontar el rotor, tanto en las máquinas de eje horizontal como en las de eje vertical. En el caso de las últimas, esto implica que toda la máquina deberá ser desmontada.

4.4.5 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS AEROGENERADORES VERTICALES Y HORIZONTALES

AEROGENERADORES DE EJE HORIZONTAL

- Ventajas de las turbinas horizontales
 - i. Extremos de pala variable, lo que confiere a las hojas un ángulo de ataque óptimo. Permiten que el ángulo de ataque sea ajustado proporcionando gran control, de modo que la turbina pueda recoger la máxima cantidad de energía eólica de cada día y estación.
 - ii. Las torres altas permiten acceder a vientos más fuertes en sitios con alta cizalladura y con clase de rugosidad elevada (superior o igual a 3). En algunos lugares, cada 10 metros de altura, la velocidad del viento se incrementa un 20%.
- Desventajas de las turbinas horizontales
 - i. Las turbinas horizontales tienen problemas para funcionar cerca del suelo, debido a las turbulencias.
 - ii. Las torres altas y las palas largas son difíciles de transportar. El transporte puede costar un 20% del costo de equipamiento.
 - iii. Las turbinas altas son difíciles de instalar y necesitan grúas poderosas y operadores hábiles.
 - iv. Las turbinas altas pueden afectar los radares de los aeropuertos.
 - v. Presentan impacto visual en el entorno, y con frecuencia suscitan reclamaciones por deterioro estético del paisaje.
 - vi. Exigen un control cuidadoso, de lo contrario, son propensas a la fatiga de material y los daños estructurales.

- vii. Generalmente tienen que orientarse hacia el viento, salvo las turbinas de baja potencia cuya torre suele permitir la rotación de la góndola en un ángulo de 360° y suelen incorporar veletas para su orientación en la dirección del viento.

AEROGENERADORES DE EJE VERTICAL

- Ventajas de las turbinas verticales
 - i. No se necesita una torre de estructura poderosa.
 - ii. Como las palas del rotor son verticales, no se necesita orientación al viento y funcionan aun cuando éste cambia de dirección rápidamente.
 - iii. Pueden ser ubicadas cerca del suelo, haciendo fácil el mantenimiento de las partes.
 - iv. Pueden tomar ventaja de aquellas irregularidades del terreno que incrementan la velocidad del viento.
 - v. Necesitan una menor velocidad del viento para empezar a girar.
 - vi. Son menos propensas a romperse con vientos fuertes.
 - vii. Son fácilmente evitadas por los pájaros y son menos dañinas para el ecosistema en general.
- Desventajas de las turbinas verticales
 - i. La mayoría de las turbinas verticales producen energía al 50% de la eficiencia de las turbinas horizontales.
 - ii. No toman ventaja de los vientos fuertes de mayor altura.

4.4.6. ALTERNATIVAS DE DISEÑO

Se han estudiado las tecnologías y configuraciones típicas existentes en el mercado y se han adaptado a este proyecto. En la actualidad existen muchos fabricantes dedicados a este tipo de instalaciones y se han tomado como referencia. El uso de todas estas tecnologías ha permitido una evolución constante de la configuración de cada uno de los componentes y los bloques del sistema. La electrónica de esta instalación se encargará de transformar la tensión generada por el aerogenerador en una tensión apta para el consumo. A lo largo de la realización de este proyecto las alternativas de diseño.

ALTERNATIVA 1. SISTEMA EN SERIE

La primera alternativa planteada ha sido una instalación básica configurada en serie. Ésta se compone de los siguientes bloques:

- **Generación de tensión:** El bloque de generación está compuesto de un generador eléctrico trifásico que proporciona al sistema una tensión y frecuencia variable en función de la velocidad del viento.
- **Rectificación de la señal (Paso de CA a CC):** Bloque encargado de la transformación de tensión de corriente alterna a corriente continua.
- **Cargado de baterías:** Este bloque se compone de:
 1. Un convertidor CC-CC elevador–reductor encargado de adecuar la tensión a la nominal de cargado de las baterías.
 2. Baterías.
 3. Un convertidor CC-CC elevador encargado de elevar la tensión a 230 voltios.
- **Inversión de la señal (Paso de CC a CA):** Bloque encargado de la transformación de tensión de corriente continua a corriente alterna.
- **Control y procesado de la señal:** Bloque compuesto por dos microprocesadores encargados del monitoreo de la tensión y de la conmutación de los interruptores de los bloques.

El diagrama de bloques representativo de esta configuración se muestra a continuación:

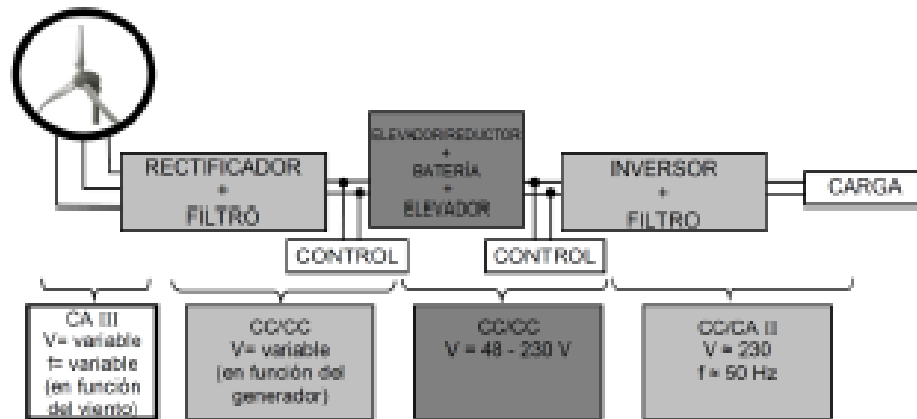


Figura 52. Diagrama de bloques simplificado de la alternativa 1 de configuración

ALTERNATIVA 2. SISTEMA CON CARGADOR EN PARALELO

Para intentar ofrecer mayores prestaciones y un sistema más adaptado a las necesidades se confecciona una segunda alternativa compuesta por los siguientes bloques:

- **Generación de tensión:** El bloque de generación está compuesto de un generador eléctrico trifásico que proporciona al sistema una tensión y frecuencia variable en función de la velocidad del viento.
- **Rectificación de la señal (Paso de CA a CC):** Bloque encargado de la transformación de tensión de corriente alterna a corriente continua.
- **Elevación de la señal:** Bloque compuesto por un convertidor CC-CC elevador encargado de elevar la tensión a 230 voltios.
- **Inversión de la señal (Paso de CC a CA):** Bloque encargado de la transformación de tensión de corriente continua a corriente alterna.
- **Control y procesamiento de la señal:** Bloque compuesto por dos microprocesadores encargados del monitoreo de la tensión y de la conmutación de los interruptores de los bloques.
- **Cargado de baterías:** Este bloque se ha configurado de manera externa y paralela al resto. El diseño de sus componentes no son objeto de este proyecto:
 1. Un cargador de baterías alimentado en corriente alterna.
 2. Baterías.

La distribución de estos bloques puede verse en el siguiente diagrama:

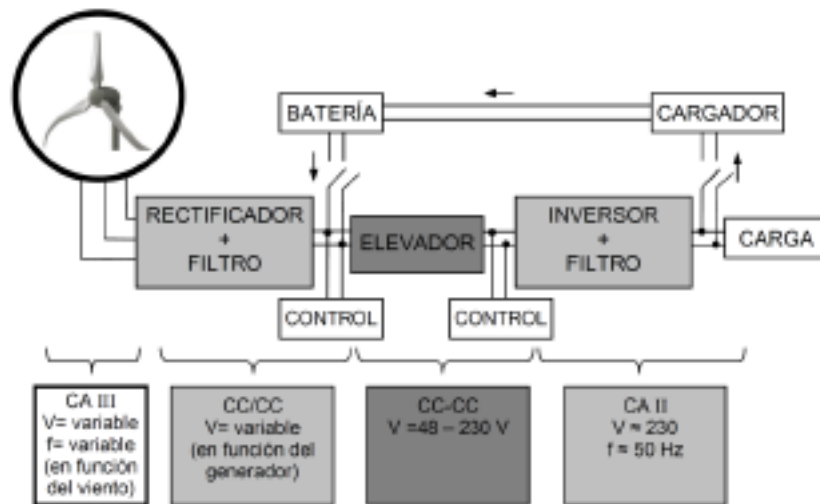


Figura 53. Diagrama de bloques simplificado de la alternativa 2 de configuración

ALTERNATIVA 3. SISTEMA DE DOS VÍAS

A medida que se han estudiado las características y posibilidades de funcionamiento que ofrece el sistema de la alternativa 2 se ha modificado y dado paso a una nueva. La alternativa 3 se compone de:

- **Generación de tensión:** El bloque de generación está compuesto de un generador eléctrico trifásico que proporciona al sistema una tensión y frecuencia variable en función de la velocidad del viento.
- **Rectificación de la señal (Paso de CA a CC):** Bloque encargado de la transformación de tensión de corriente alterna a corriente continua.
- **Circuito directo de consumo:** Un relé gobernado por un microprocesador permite desviar la corriente a este circuito y conducirla a un convertidor CC-CC elevador.
- **Circuito de cargado de baterías:** Un relé gobernado por un microprocesador desvía la corriente a las baterías en el caso que no estén con su carga al máximo. Un segundo relé a la salida de baterías conduce la corriente a un convertidor CC-CC elevador.
- **Elevación de la señal:** Bloque compuesto por un convertidor CC-CC elevador encargado de elevar la tensión a 230 voltios.
- **Inversión de la señal (Paso de CC a CA):** Bloque encargado de la transformación de tensión de corriente continua a corriente alterna.

- **Control y procesamiento de la señal:** Un microprocesador se encarga del control del bloque de rectificación, de elevación y de los relés. El bloque de inversión se hace mediante control analógico con un oscilador.

El sistema se representa a continuación:

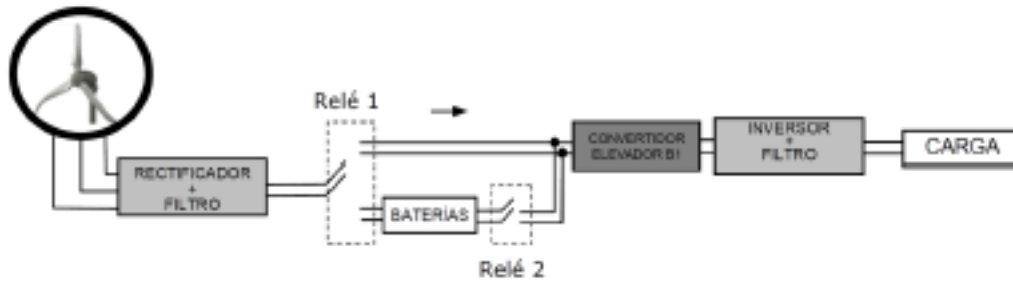


Figura 54. Diagrama de bloques simplificado de la alternativa 3 de configuración



5. SITUACIÓN DEL PROYECTO

5.1 ANÁLISIS DEL EMPLAZAMIENTO

A la hora de instalar un aerogenerador eólico, es muy importante hacer una estimación del potencial energético del emplazamiento con el objeto de calcular la posible producción prevista a largo plazo.

A estos estudios, se incluyen todos los aspectos necesarios para caracterizar y aprovechar al máximo el potencial eólico en una zona. Las etapas necesarias para la adecuada caracterización del viento son:

- Identificación y búsqueda de emplazamientos.
- Planificación y realización de campañas de medida.
- Análisis y tratamiento de datos.
- Optimización y cálculos energéticos.
- Verificación de la adecuación del aerogenerador a las condiciones del emplazamiento.
- Análisis de incertidumbres.

En el caso de tener que elegir el emplazamiento, habría que tener en cuenta factores relevantes como la rugosidad del terreno, estabilidad atmosférica, además de una visita técnica al lugar para obtener datos numéricos de magnitudes relevantes.

Una vez se tiene perfectamente caracterizado el emplazamiento y las condiciones de viento de éste, es necesario estudiar si el aerogenerador a instalar es adecuado para dicho emplazamiento. Hay que asegurar la integridad estructural del aerogenerador durante toda la vida útil prevista, y comprobar que las condiciones de viento son adecuadas al diseño del aerogenerador.

Para el caso particular del presente PFC, al no tratarse de un parque eólico de grandes dimensiones, se ha elegido una vivienda unifamiliar con el objetivo, no ya de estimar la tecnología más adecuada, que también, sino estudiar la viabilidad económica del proyecto de acuerdo con el nuevo Real Decreto de Balance Neto. Por tanto, en este caso, no tienen mucho sentido hacer una gran inversión económica en el análisis del emplazamiento y tampoco es posible seleccionar el emplazamiento ideal para maximizar la producción del aerogenerador, ya que se tendrá que instalar dentro del terreno de la propiedad de la ya citada vivienda unifamiliar.

La instalación del equipo está previsto que se realice en Madrid. En el distrito de Chamartín.

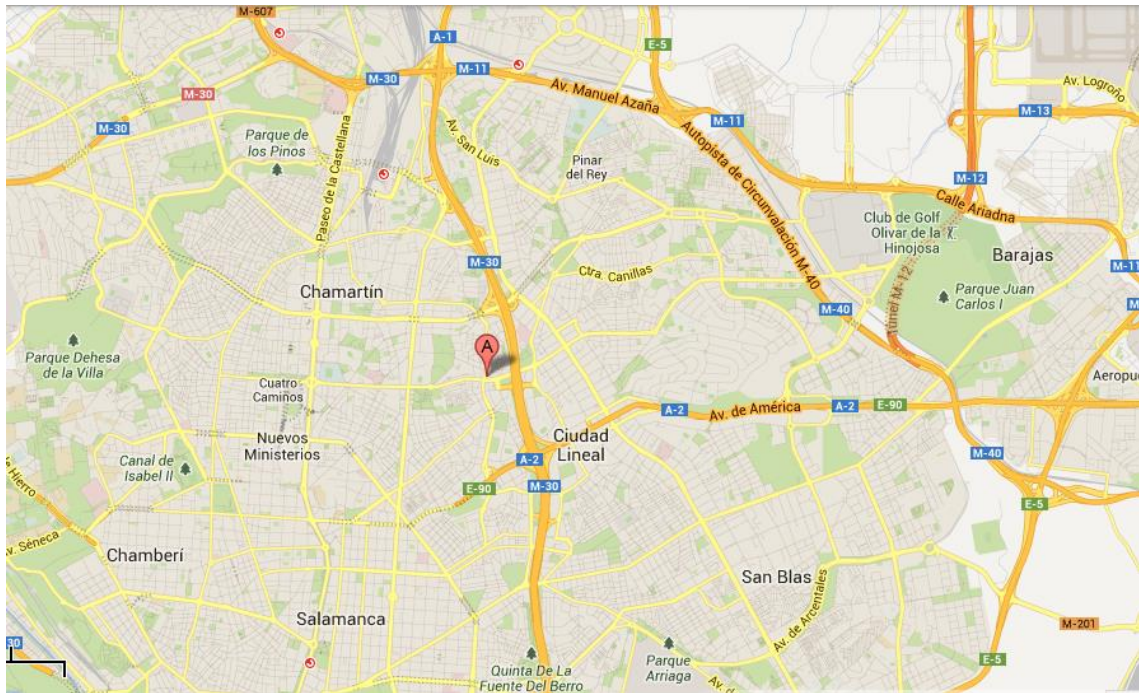


Figura 55. Situación de la vivienda. Fuente: Google Maps

Una vez tenemos claro cuál es el lugar donde se va a realizar la instalación, es necesario decidir la ubicación exacta para poder obtener el máximo rendimiento y aprovechamiento del viento incidente. En nuestro caso, el mejor lugar para su colocación es en el tejado de la vivienda, ya que es ahí donde el aprovechamiento del viento es mayor.

Para poder hacer un análisis del potencial eólico, se han utilizado los datos de viento más próximos a nuestro emplazamiento. Se dispone de una estación meteorológica a menos de un 1 km, y con los datos de viento disponibles durante el año 2012 y 2013 se ha hecho un estudio del viento que se puede ver en el anexo 1.

Esta distancia a la que se encuentra la estación meteorológica, al pertenecer a la menor escala de longitud considerada para el estudio del viento (microescala), además de desconocer el comportamiento eólico en la capa límite (denominada capa superficial, donde la orografía del terreno, su rugosidad y los obstáculos urbanos afectan de forma importante a las variaciones de intensidad y dirección), con el objetivo de aproximarse lo máximo posible a un escenario real, se han tomado dichos datos de viento como válidos para realizar el estudio de viento.

Con dichos datos eólicos (medidas con frecuencia quinceminutal correspondientes al año 2012, resultando más de 34000 valores de velocidades medias y máximas de viento) se ha hecho un estudio de caracterización del potencial eólico.

Se ha realizado por lo tanto un estudio estadístico de tendencias mediante:

- Estudio de promedios anual, mensual, diario y horario.
- Estudio de distribución de frecuencias de velocidades del viento durante el mes de febrero.
- Estudio de frecuencia acumulada durante el mes de febrero.

Paralelamente, se ha realizado un análisis direccional de los vientos predominantes:

- Estudio de frecuencias porcentuales de dirección para tres intervalos de velocidad media (0-5 m/s, 5-10 m/s y 10-15 m/s) y representación en una Rosa de los Vientos.

En cuanto a la modelización del comportamiento eólico, se ha realizado un estudio mediante la distribución de Weibull, obteniendo un factor de forma (utilizando el método de los mínimos cuadrados) $k=1,12$ y un parámetro de escala $c=3,917$ m/s resultando ésta nuestra velocidad media.

Con estos parámetros se ha obtenido las probabilidades de Weibull para las distintas velocidades, así como la curva de densidad de potencia (asociada únicamente al recurso eólico, no al aerogenerador).

Con los valores tomados por la torre anemométrica, se puede ver a continuación el gráfico de función de distribución de densidad del viento, en el que se verá qué porcentaje de viento corresponde a cada velocidad.



Figura 56. Gráfico de la Función de Densidad de velocidades de viento en la vivienda. Fuente: Google Earth

| Velocidad m/s | INTERVALO | NÚMERO DE HORAS | PORCENTAJE | PROBABILIDAD | PROBABILIDAD ACUMULADA | NÚMERO DE HORAS EXCEDIDAS |
|---------------|-----------|-----------------|------------|--------------|------------------------|---------------------------|
| 0 | 0 - 1 | 190 | 27,3% | 0,273 | 0,273 | 696 |
| 1 | 1 - 2 | 94 | 13,5% | 0,135 | 0,408 | 506 |
| 2 | 2 - 3 | 73 | 10,5% | 0,105 | 0,513 | 412 |
| 3 | 3 - 4 | 61,5 | 8,8% | 0,088 | 0,601 | 339 |
| 4 | 4 - 5 | 52,5 | 7,5% | 0,075 | 0,677 | 277,5 |
| 5 | 5 - 6 | 61 | 8,8% | 0,088 | 0,764 | 225 |
| 6 | 6 - 7 | 47 | 6,8% | 0,068 | 0,832 | 164 |
| 7 | 7 - 8 | 32,5 | 4,7% | 0,047 | 0,879 | 117 |
| 8 | 8 - 9 | 31 | 4,5% | 0,045 | 0,923 | 84,5 |
| 9 | 9 - 10 | 13 | 1,9% | 0,019 | 0,942 | 53,5 |
| 10 | 10 - 11 | 15 | 2,2% | 0,022 | 0,963 | 40,5 |
| 11 | 11 - 12 | 11,5 | 1,7% | 0,017 | 0,980 | 25,5 |
| 12 | 12 - 13 | 4,5 | 0,6% | 0,006 | 0,986 | 14 |
| 13 | 13 - 14 | 5 | 0,7% | 0,007 | 0,994 | 9,5 |
| 14 | 14 - 15 | 2,5 | 0,4% | 0,004 | 0,997 | 4,5 |
| 15 | 15 - 16 | 2 | 0,3% | 0,003 | 1,000 | 2 |

Tabla 9. Porcentaje de velocidades de viento en intervalos. Fuente: Elaboración propia

Analizando esta gráfica podemos observar que la velocidad de viento máxima media en dicha localización es de 15 m/s y solamente se da durante un porcentaje mínimo de tiempo. También se comprueba que el máximo porcentaje se produce para velocidades realmente bajas, 0-1m/s durante más del 27 % del tiempo. De aquí, el hecho que la velocidad media del viento sea tan baja, solamente de 2,91 m/s.

Las direcciones predominantes del viento se pueden determinar observando la rosa de los vientos:

NNE 7.983 (%) 2.68 (m/s)

NE 10.994 (%) 2.02 (m/s)

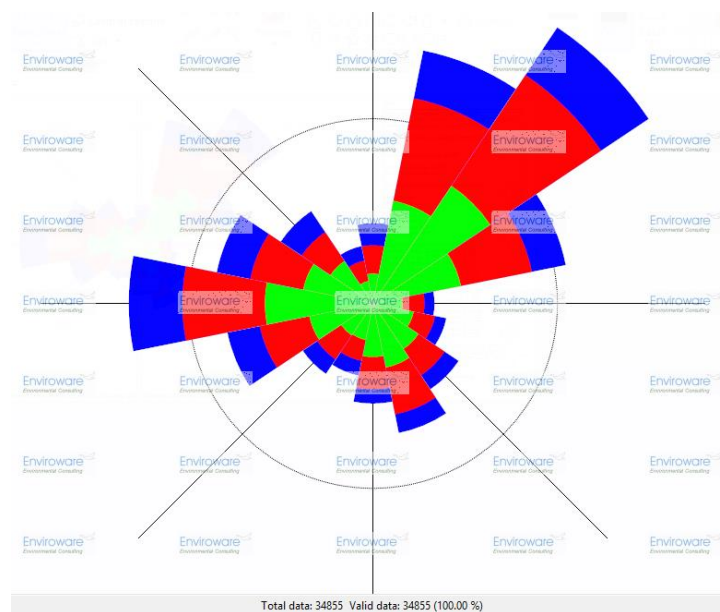


Figura 57. Rosa de los vientos calculada con WindRosePRO3. Fuente: Elaboración propia

Valiéndonos de lo anterior y de los datos del anexo 1, se puede realizar una valoración del recurso eólico de la vivienda en cuestión. Se observa que cerca del 37% de los datos de velocidad están por encima de 4 m/s del viento con un máximo ligeramente inferior a 4 m/s en las horas centrales del día y un mínimo de 2 m/s durante las horas del amanecer.

Las direcciones de viento más frecuentes no están restringidas a uno o dos rumbos. Solamente se han registrado para el NNE el 7.983% y para el NE el 10.994%. Por el contrario, la distribución direccional de la energía sí muestra una alta concentración alrededor del sector NE del total de la energía del viento.

Una vez analizados los datos proporcionados por la estación meteorológica hay que seleccionar una ubicación para el sistema eólico que queremos instalar teniendo en cuenta factores tales como que esté en un sitio donde la incidencia del viento sea lo mayor posible ya que desgraciadamente, como ya se ha explicado en párrafos anteriores, este emplazamiento no es un sitio de gran potencial eólico. No obstante, a pesar de estar en una zona urbana no tiene edificios cercanos y están suficientemente alejados.

No obstante, tras analizar estos factores, se ha seleccionado como óptima la ubicación en el terreno tanto para el aerogenerador de eje horizontal como para el aerogenerador de eje vertical.

5.2 CONSUMO ENERGÉTICO

En los siguientes puntos se va a analizar un caso concreto de balance neto. Se ha elegido una vivienda unifamiliar situada en Madrid para analizar qué ocurriría en nuestro país si se aplicara este. Dicha vivienda tiene una potencia contratada de 5,5 kW y se utilizarán para dicho estudio los datos reales de consumo desde enero de 2012 hasta febrero de 2013. Para ello, se han utilizado las facturas emitidas para dicha vivienda. La generación se hará mediante tecnologías minieólicas de dos tipos diferente (aerogeneradores de eje horizontal y aerogeneradores de eje vertical). El dimensionado de dichas instalaciones se hará de acuerdo a los estudios previos que se realizarán para tratar de cubrir lo más ajustadamente posible el consumo eléctrico anual de la vivienda, así como varios escenarios posibles para realizar el estudio lo más exhaustivo posible.

En los puntos posteriores del presente documento se describirán las instalaciones dimensionadas, así como las hipótesis realizadas a partir de un estudio de viento lo más profundo posible y la previsión de la demanda y del futuro tarifario de nuestro país.

La vivienda objeto del estudio es unifamiliar y está situada en Madrid. Consta de 3 plantas, azotea, garaje y zonas ajardinadas. A continuación se muestra la distribución de equipos por planta:

| | equipo | potencia max. (W) |
|----------------------|---|------------------------------|
| <u>piso 0</u> | nevera | 160 |
| | congelador | 80 |
| | vitrocerámica | 6900 |
| | horno | |
| | microondas | 2200 |
| | lavadora | 2150 |
| | lavavajillas | |
| | caldera | 220 |
| | depuradora piscina | 590 |
| | acumulador solar | 93 |
| <u>piso 1</u> | nevera cocina | 160 |
| | microondas | 1300 |
| | horno | 3580 |
| | inducción | 7200 |
| | lavavajillas | |
| | lavadora | 2200 |
| | nevera office | 160 |
| | televisión cocina | 70 |
| | televisión salón | 150 |
| | chimenea | 15 |
| | dvd | 13 |
| | canal plus | 15 |
| | a/a salón | |
| | plancha | 2400 |
| | aspirador | 1800 |
| <u>piso 2</u> | impresora | 20 |
| | televisión despacho | 90 |
| | televisión dormitorio | 60 |
| | tdt | 15 |
| | ordenador 1 | |
| | ordenador 2 | |
| | ordenador 3 | |
| | a/a despacho | |
| | a/a habit. 1 | |
| | a/a habit. 2 | |
| | a/a dormitorio ppal | |
| <u>azotea</u> | spliter LG | 965 |
| | spliter Daikin (despacho + habit. 1) | 1900 |
| | spliter Daikin (dormitorio ppal + habit. 2) | 1900 |
| | <u>TOTAL</u> | 36406 |

Tabla 10. Potencia por equipos de la vivienda. Fuente: Elaboración propia

Al ser una vivienda de gran número de equipos y electrodomésticos, predecir una demanda basada en horas de funcionamiento de todos los equipos es muy complejo. Para ello, se ha hecho uso de las facturas del último año (2012).

En las siguientes tablas, aparecen reflejadas las facturas con la fecha de emisión de éstas, los distintos periodos en los que el precio de la electricidad varía, el número de días que cada periodo abarca, la energía consumida en dicho período y una aclaración de si el consumo de ese período es estimado, y prorrateado o regularizado en el caso de una lectura real. Hay que tener en cuenta que a veces las facturas de consumo eléctrico pueden llegar a ser muy complicadas de extrapolar a la lectura real.

Si la lectura es “lectura estimada”, se entiende que ha sido una lectura en base al histórico del consumo de años anteriores, cosa que ocurre muchas veces debido al hecho de no haberse realizado una lectura real del contador en ese periodo. En el caso de las lecturas “prorrateadas”, se determinan consumos para periodos de tarifa distintos entre 2 lecturas reales. Algunas lecturas son reales, es decir, son datos que marca el contador de la vivienda y que han sido tomados por un operario de la compañía suministradora y que son datos reales como no podía ser de otra manera.

| PERIODO | DIAS | ENERGIA (kWh) | lectura |
|-------------------------|------------|---------------|--------------|
| 21/12/2011 - 22/12/2011 | 1 | 57 | estimada |
| 23/12/2011 - 31/12/2011 | 9 | 258 | estimada |
| 01/01/2012 - 25/01/2012 | 25 | 688 | estimada |
| total factura | 35 | 1003 | |
| | | | |
| 25/01/2012 - 23/02/2012 | 30 | 828 | estimada |
| total factura | 30 | 828 | |
| | | | |
| 23/02/2012 - 31/03/2012 | 37 | 1085 | estimada |
| 01/04/2012 - 25/04/2012 | 25 | 685 | estimada |
| total factura | 62 | 1770 | |
| | | | |
| 21/12/2011 - 31/12/2011 | 11 | 194 | prorrataada |
| 01/01/2012 - 31/03/2012 | 91 | 1601 | prorrataada |
| 01/04/2012 - 31/05/2012 | 61 | 1074 | prorrataada |
| 01/06/2012 - 26/06/2012 | 26 | 440 | prorrataada |
| | 189 | -57 | regularizado |
| | | -258 | regularizado |
| | | -688 | regularizado |
| | | -1913 | regularizado |
| | | -685 | regularizado |
| | | -292 | |
| | | | |
| 26/06/2012 - 30/06/2012 | 5 | 60 | estimada |
| 01/07/2012 - 26/07/2012 | 26 | 302 | estimada |
| total factura | 31 | 362 | |
| | | | |
| 26/07/2012 - 01/09/2012 | 38 | 446 | estimada |
| total factura | 38 | 446 | |
| | | | |
| 26/06/2012 - 30/06/2012 | 5 | 114 | prorrataada |
| 01/07/2012 - 30/09/2012 | 92 | 2098 | prorrataada |
| 01/10/2012 - 26/10/2012 | 26 | 570 | prorrataada |
| | 123 | -60 | regularizado |
| | | -748 | regularizado |
| | | 1974 | |
| | | | |
| 26/10/2012 - 27/11/2012 | 33 | 536 | estimada |
| | | | |
| | | | |
| 27/11/2012 - 20/12/2012 | 24 | 383 | estimada |

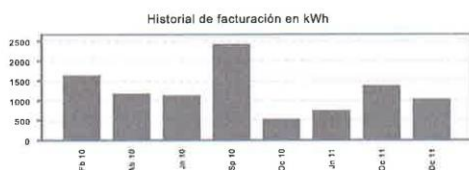
Tabla 11. Desglose de facturas en el período (21/12/2011-20/12/2012). Fuente: Elaboración propia

En dicho período el consumo total consumido ha sido de 7.100 kWh en total. Sobre este valor de consumo se dimensionarán las instalaciones y se realizará el estudio económico.

A continuación, se adjuntan las facturas correspondientes al año 2012.



| | | | | | | | |
|---|--|-------------------------|------------|----------------|--------------------|-----------------------|--------|
| CLIENTE: | | DOMICILIACIÓN BANCARIA | | | | | |
| DIRECCIÓN: | | BANCO: | | SUCURSAL: | | | |
| CIF: | | DC: | | CUENTA: | | | |
| NUMERO DE FACTURA: | | FECHA DE EMISION: | 26-01-2012 | FORMA DE PAGO: | DOMICILIADO BANCO | FECHA DE VENCIMIENTO: | |
| CONCEPTOS TARIFA TUR | | PERIODO | | UNIDAD/BASE | PRECIO/PORCENTAJE | IMPORTE € | |
| Término fijo de potencia (5,5 kW) | | 21-12-2011 / 25-01-2012 | | 1,150684 meses | 1,719427 Euros/kW | 10,88 | |
| Energía | | 21-12-2011 / 22-12-2011 | | 57 kWh | 0,142319 Euros/kWh | 8,11 | |
| | | 23-12-2011 / 31-12-2011 | | 258 kWh | 0,152559 Euros/kWh | 39,36 | |
| | | 01-01-2012 / 25-01-2012 | | 688 kWh | 0,142319 Euros/kWh | 97,92 | |
| Alquiler de Equipo | | 21-12-2011 / 25-01-2012 | | | | 0,66 | |
| Impuesto Eléctrico (156,28 Euros x 1,05113) | | | | 164,27 Euros | 4,864 % | 7,99 | |
| I.V.A. | | | | 164,93 Euros | 18 % | 29,68 | |
| | | | | IMPORTE TOTAL | | | 194,61 |



Costes según BOE 31-03-2011 : Servicio: 91,063%, Permanentes: 6,199%, Diversificación y Seguridad de abastecimiento: 2,738%

| | |
|---|--------------------------------|
| CONTACTE CON NOSOTROS | Nº DE IDENTIFICACIÓN |
| Lunes a Sábado, de 8 a 22 horas | 24 horas/365 días al año |
| Información y gestiones 901 404040 - Reclamaciones e incidencias 900 100259 | Averías eléctricas 901 203040 |
| | www.gasnaturaifenosa.es |

El pago de esta factura se acredita mediante correspondiente abono bancario o ingreso de caja.

Gas Natural E.U.R. S.O.D. S.A.O.I.F.A. 6004732
Domicilio Social: Plaza de gas nº 1 08032 BARCELONA
Inscrita en el registro Mercantil de Barcelona Tomo 41101 Folio 138 - Hoja número 9-300086 Inscripta en el



| | | | | |
|---|--------------------------|-------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| CLIENTE: | | DOMICILIACIÓN BANCARIA | | |
| DIRECCIÓN: | | BANCO: | | SUCURSAL: |
| CIF: | | DC: | | CUENTA: |
| NUMERO DE FACTURA: | FECHA DE EMISIÓN: | FORMA DE PAGO: | DOMICILIADO BANCO: | FECHA DE VENCIMIENTO: |
| CONCEPTOS TARIFA TUR | | PERIODO | UNIDAD/BASE | PRECIO/PORCENTAJE |
| Término fijo de potencia (5,5 kW) | | 25-01-2012 / 23-02-2012 | 29 días | 0,056375 Euros/kW/día |
| Energía | | 25-01-2012 / 23-02-2012 | 828 kWh | 0,142349 Euros/kWh |
| Alquiler de Equipo | | 25-01-2012 / 23-02-2012 | | |
| Impuesto Eléctrico (126,85 Euros x 1,05113) | | | 133,34 Euros | 4,864 % |
| I.V.A. | | | 133,88 Euros | 18 % |
| IMPORTE TOTAL | | | | 157,96 € |



| | | | | |
|---|---|---------------------------|--------------------------------|-----------------------|
| DATOS DE INTERÉS | | | | |
| CUPS: | Contrato con la distribuidora (ATR) nº: | | Fecha Fin Contrato: 01-07-2012 | Peaje de Acceso: 2.0A |
| Datos necesarios para el cálculo de la Tarifa de Acceso: | | | | |
| <u>T. Consumo</u> | <u>L. Anterior</u> | <u>L. Actual estimada</u> | <u>CTE</u> | <u>Cons. estimado</u> |
| Energía Total | 42999 | 43827 | 1 | 828 |
| Le informamos que el importe que la compañía comercializadora debe pagar a la compañía distribuidora correspondiente a su facturación de acceso a la red durante el periodo ha sido de 59,96 Euros (impuestos no incluidos) de acuerdo con el tipo de peaje aplicable de conformidad con el RD 1164/2001. | | | | |
| Facturación en base a consumos estimados. Para ello se ha considerado el consumo del mismo periodo del año anterior. | | | | |
| De conformidad con lo establecido en la Resolución de la DGPE y M de 14 de mayo de 2009, los importes cobrados tienen la consideración de pagos a cuenta que se regularizarán en la primera factura con lectura real que se emita. | | | | |
| Disposición oficial y fecha de publicación tarifas en BOE N.315 de 31.12.2011. | | | | |
| El importe a pagar en concepto de impuesto eléctrico se obtiene multiplicando el factor de corrección (1,05113) y el tipo impositivo (4,864%) por la suma de los importes correspondientes a la energía consumida y a la potencia contratada. | | | | |

Costes según BOE 31-03-2011 : Servicio: 91,063%, Permanentes: 6,199%, Diversificación y Seguridad de abastecimiento: 2,738%

CONTACTE CON NOSOTROS

Lunes a Sábado, de 8 a 22 horas
Información y gestiones 901 404040 - Reclamaciones e incidencias 900 100259

24 horas/365 días al año
Averías eléctricas 901 203040

Nº DE IDENTIFICACIÓN

www.gasnaturaalfenosa.es

El pago de esta factura se acredita mediante correspondiente adeudo bancario o recibo de pago.

Gas Natural S.U.A. 100. R.A. C.I.F. A-60087322
Depósito Social: Provisión de gas S.U. 1.000.000 BARCELONA
Inscrito en el Registro Mercantil de Barcelona Tomo 4101, Folio 186, Hoja número 9.380.686, inscripción 1.



| | | | | |
|---|-------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| CLIENTE: | | DOMICILIACIÓN BANCARIA | | |
| DIRECCIÓN: | | BANCO: | SUCURSAL: | |
| CIF: | | DC: | CUENTA: | |
| NUMERO DE FACTURA: | FECHA DE EMISION: 02-05-2012 | FORMA DE PAGO: | DOMICILIADO BANCO: | FECHA DE VENCIMIENTO: |
| CONCEPTOS TARIFA TUR | PERIODO | UNIDAD/BASE | PRECIO/PORCENTAJE | IMPORTE € |
| Término fijo de potencia (5,5 kW) | 23-02-2012 / 31-03-2012 | 36 días | 0,056375 Euros/kW/día | 11,78 |
| | 01-04-2012 / 25-04-2012 | 24 días | 0,059817 Euros/kW/día | 7,90 |
| Energía | 23-02-2012 / 31-03-2012 | 1.085 kWh | 0,142349 Euros/kWh | 154,45 |
| | 01-04-2012 / 25-04-2012 | 685 kWh | 0,142138 Euros/kWh | 97,36 |
| Alquiler de Equipo | 23-02-2012 / 25-04-2012 | | | 1,16 |
| Impuesto Eléctrico (271,49 Euros x 1,05113) | | 285,37 Euros | 4,864 % | 13,88 |
| I.V.A. | | 286,53 Euros | 18 % | 51,58 |
| IMPORTE TOTAL | | | | 338,11 € |



DATOS DE INTERÉS

CUPS: Contrato con la distribuidora (ATR) nº: Fecha Fin Contrato: 01-07-2012 Peaje de Acceso: 2.0A

Datos necesarios para el cálculo de la Tarifa de Acceso:

| <u>T. Consumo</u> | <u>L. Anterior</u> | <u>L. Actual estimada</u> | <u>CTE</u> | <u>Cons. estimado</u> |
|-------------------|--------------------|---------------------------|------------|-----------------------|
| Energía Total | 43827 | 45597 | 1 | 1770 |

Le informamos que el importe que la compañía comercializadora debe pagar a la compañía distribuidora correspondiente a su facturación de acceso a la red durante el periodo ha sido de 163,26 Euros (impuestos no incluidos) de acuerdo con el tipo de peaje aplicable de conformidad con el RD 1164/2001.

Facturación en base a consumos estimados. Para ello se ha considerado el consumo del mismo periodo del año anterior.

De conformidad con lo establecido en la Resolución de la DGPE y M de 14 de mayo de 2009, los importes cobrados tienen la consideración de pagos a cuenta que se regularizarán en la primera factura con lectura real que se emita.

Disposición oficial y fecha de publicación tarifas en BOE N.315 de 31.12.2011 y BOE N.100 de 26.04.2012.

El importe a pagar en concepto de impuesto eléctrico se obtiene multiplicando el factor de corrección (1,05113) y el tipo impositivo (4,864%) por la suma de los importes correspondientes a la energía consumida y a la potencia contratada.

Costes según BOE 31-03-2011 : Servicio: 91,063%, Permanentes: 6,199%, Diversificación y Seguridad de abastecimiento: 2,738%

| | | | |
|---|--|---------------------------------|--|
| CONTACTE CON NOSOTROS | | Nº DE IDENTIFICACION | |
| Lunes a Sábado, de 8 a 22 horas | | 24 horas/365 días al año | |
| Información y gestiones 901 404040 - Reclamaciones e incidencias 900 100259 | | Averías eléctricas 901 203040 | |
| | | www.gasnaturaalfenosa.es | |

El pago de esta factura se acredita mediante correspondiente abono bancario a crédito de caja.

Gas Natural B.U.P. 800. B.A.C.I.F. A 08087322
Código Social: Peaje del gas nº 1.08501 BARECELONA
Inscrita en el Registro Mercantil de Barcelona. Tomo 41101. Folio 188. Hoja número 8.280986, inscripción 1.



FACTURA DE ELECTRICIDAD

| | | | | |
|--|-------------------------|-------------------|-----------------------|-----------|
| CLIENTE: | DOMICILIACIÓN BANCARIA: | | | |
| DIRECCIÓN: | BANCO: | | SUCURSAL: | |
| N.I.F./C.I.F.: | DC: | | CUENTA: | |
| | | | | |
| NÚMERO DE FACTURA: | FECHA DE EMISIÓN: | FORMA DE PAGO: | FECHA DE VENCIMIENTO: | |
| | 28-06-2012 | DOMICILIADO BANCO | | |
| | | | | |
| CONCEPTOS TARIFA TUR | PERIODO | UNIDAD/BASE | PRECIO/PORCENTAJE | IMPORTE € |
| | | | | |
| Término fijo de potencia (5,5 kW) | 25-04-2012 / 31-05-2012 | 37 días | 0,059817 Euros/kW/día | 12,17 |
| | 01-06-2012 / 26-06-2012 | 25 días | 0,059817 Euros/kW/día | 8,22 |
| Energía | 21-12-2011 / 31-12-2011 | 194 kWh | 0,152559 Euros/kWh | 29,60 |
| | 01-01-2012 / 31-03-2012 | 1.601 kWh | 0,169075 Euros/kWh | 269,09 |
| | 01-04-2012 / 31-05-2012 | 1.074 kWh | 0,142138 Euros/kWh | 152,66 |
| | 01-06-2012 / 26-06-2012 | 440 kWh | 0,142208 Euros/kWh | 62,57 |
| Energía (Regularizado) | 21-12-2011 / 22-12-2011 | -57 kWh | 0,142319 Euros/kWh | -8,11 |
| | 23-12-2011 / 31-12-2011 | -258 kWh | 0,152559 Euros/kWh | -39,36 |
| | 01-01-2012 / 25-01-2012 | -688 kWh | 0,142319 Euros/kWh | -97,92 |
| | 25-01-2012 / 31-03-2012 | -1.913 kWh | 0,142349 Euros/kWh | -272,31 |
| | 01-04-2012 / 25-04-2012 | -685 kWh | 0,142138 Euros/kWh | -97,36 |
| Alquiler de Equipo | 25-04-2012 / 26-06-2012 | | | 1,16 |
| Impuesto Eléctrico (19,25 Euros x 1,05113) | | 20,23 Euros | 4,864 % | 0,98 |
| I.V.A. | | 21,39 Euros | 18 % | 3,85 |
| | | | | |
| IMPORTE TOTAL | | | | 25,24 |



DATOS DE INTERÉS

CUPS: Contrato con la distribuidora (ATR) nº: Fecha Fin Contrato: 01-07-2012 Peaje de Acceso: 2.0A

Datos necesarios para el cálculo de la Tarifa de Acceso:

En la facturación anterior se estimó un consumo de 3.601 kWh. Su consumo real en el período 21-12-2011 a 26-06-2012, que abarca el de dicha factura, es de 3.309 kWh. Esta factura se ha calculado teniendo en cuenta ambos consumos.

| T. Consumo | L. Anterior | L. Actual | CTE | Consumo real |
|---------------|-------------|-----------|-----|--------------|
| Energía Total | 41996 | 45305 | 1 | 3309 |

Le informamos que el importe que la compañía comercializadora debe pagar a la compañía distribuidora correspondiente a su facturación de acceso a la red durante el periodo ha sido de 16,69 Euros (impuestos no incluidos) de acuerdo con el tipo de peaje aplicable de conformidad con el RD 1164/2001.

Facturación realizada en base a consumos reales.

Disposición oficial y fecha de publicación tarifas en BOE N.100 de 26.04.2012, BOE N.100 26-04-2012 y BOE N.100 de 26.04.2012.

El importe a pagar en concepto de Impuesto eléctrico se obtiene multiplicando el factor de corrección (1,05113) y el tipo impositivo (4,864%) por la suma de los importes correspondientes a la energía consumida y a la potencia contratada.

Costes según BOE 31-03-2011: Servicio: 91,063%, Permanentes: 6,199%, Diversificación y Seguridad de abastecimiento: 2,738%

CONTACTE CON NOSOTROS

CENTRO DE 8 A 22 HORAS
SERVICIOS DE LUNES A SABADO 901 404040

AVERÍAS ELÉCTRICAS

901 203040

Nº DE IDENTIFICACIÓN

www.gasnaturalfenosa.es

El pago de esta factura se acredita mediante correspondiente adeudo bancario o recibo de caja.

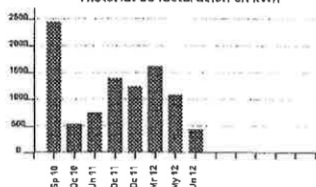
Gas Natural S.U.R. SBO, S.A. C.I.F. A-68667322
Domicilio Social: Plaza del gas nº 1 08033 BARCELONA
Inscrita en el Registro Mercantil de Barcelona, Tomo 4º S, Folio 186, Hoja número B-380698, Inscripción



FACTURA DE ELECTRICIDAD

| | | | | |
|--|---------------------------------|-------------------------------------|-----------------------|-----------|
| CLIENTE: | DOMICILIACIÓN BANCARIA: | | | |
| DIRECCIÓN: | BANCO: | SUCURSAL: | | |
| N.I.F./C.I.F.: | DC: | CUENTA: | | |
| NÚMERO DE FACTURA: | FECHA DE EMISIÓN: 28-07-2012 | FORMA DE PAGO: DOMICILIADO BANCO | FECHA DE VENCIMIENTO: | |
| CONCEPTOS TARIFA TUR | PERIODO | UNIDAD/BASE | PRECIO/PORCENTAJE | IMPORTE € |
| Término fijo de potencia [5,5 kW] | 26-06-2012 / 30-06-2012 | 5 días | 0,059817 Euros/kW/día | 1,64 |
| | 01-07-2012 / 26-07-2012 | 25 días | 0,059817 Euros/kW/día | 8,22 |
| Energía | 26-06-2012 / 30-06-2012 | 60 kWh | 0,142208 Euros/kWh | 8,53 |
| | 01-07-2012 / 26-07-2012 | 302 kWh | 0,149198 Euros/kWh | 45,06 |
| Alquiler de Equipo | 26-06-2012 / 26-07-2012 | | | 0,56 |
| Impuesto Eléctrico (63,45 Euros x 1,05113) | | 66,69 Euros | 4,864 % | 3,24 |
| I.V.A. | | 67,25 Euros | 18 % | 12,11 |
| IMPORTE TOTAL | | | | 79,36 |

Historial de facturación en kWh



DATOS DE INTERÉS

CUPS: Contrato con la distribuidora (ATR) nº: Fecha Fin Contrato: 01-07-2013 Peaje de Acceso: 2.0A

Datos necesarios para el cálculo de la Tarifa de Acceso:

| T. Consumo | L. Anterior | L. Actual estimada | CTE | Cons. estimado |
|---------------|-------------|--------------------|-----|----------------|
| Energía Total | 45305 | 45667 | 1 | 362 |

Le informamos que el importe que la compañía comercializadora debe pagar a la compañía distribuidora correspondiente a su facturación de acceso a la red durante el periodo ha sido de 33,02 Euros (impuestos no incluidos) de acuerdo con el tipo de peaje aplicable de conformidad con el RD 1164/2001.

Facturación en base a consumos estimados. Para ello se ha considerado el consumo del mismo periodo del año anterior.

De conformidad con lo establecido en la Resolución de la DGPE y M de 14 de mayo de 2009, los importes cobrados tienen la consideración de pagos a cuenta que se regularizarán en la primera factura con lectura real que se emita.

Disposición oficial y fecha de publicación tarifas en BOE N.100 de 26.04.2012 y BOE N.155 de 29.06.2012.

El importe a pagar en concepto de impuesto eléctrico se obtiene multiplicando el factor de corrección (1,05113) y el tipo impositivo (4,864%) por la suma de los importes correspondientes a la energía consumida y a la potencia contratada.

Costes según BOE 31-03-2011 : Servicio: 91,063%, Permanentes: 6,199%, Diversificación y Seguridad de abastecimiento: 2,738%

CONTÁCTE CON NOSOTROS

Lunes a Sábado, de 9 a 22 horas
Información y gestiones 901 404040 - Reclamaciones e incidencias 900 100259

24 horas/24 días al año
Averías eléctricas 901 283040

Nº DE IDENTIFICACIÓN

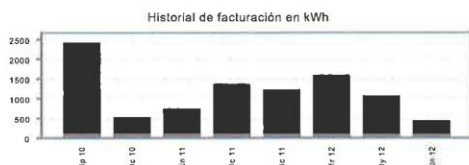
www.gasnaturalfenosa.es

El pago de esta factura se acredita mediante correspondiente adeudo bancario o recibo de caja.

Gas Natural S.U.R. 800, S.A. C.I.F. A-65047232
Domicilio Social: Plaça del gas nº 1 08003 BARCELONA
Inscrita en el Registro Mercantil de Barcelona, Tomo 41151, Folio 184, Hoja número B-380694, inscripción 1



| | | | | | | |
|--|--|-------------------------|-------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|
| CLIENTE: | | DOMICILIACIÓN BANCARIA | | | | |
| DIRECCIÓN: | | BANCO: | | SUCURSAL: | | |
| CIF: | | DC: | | CUENTA: | | |
| NUMERO DE FACTURA: | | FECHA DE EMISION: | 07-09-2012 | FORMA DE PAGO: | DOMICILIADO BANCO: | FECHA DE VENCIMIENTO: |
| CONCEPTOS TARIFA TUR | | PERIODO | UNIDAD/BASE | PRECIO/PORCENTAJE | IMPORTE € | |
| Término fijo de potencia (5,5 kW) | | 26-07-2012 / 01-09-2012 | 37 días | 0,059817 Euros/kW/día | 12,17 | |
| Energía | | 26-07-2012 / 01-09-2012 | 446 kWh | 0,149198 Euros/kWh | 66,54 | |
| Alquiler de Equipo | | 26-07-2012 / 01-09-2012 | | | 0,69 | |
| Impuesto Eléctrico (78,71 Euros x 1,05113) | | | 82,73 Euros | 4,864 % | 4,02 | |
| Ajuste precios 4º trimestre 2011 (1) | | | | | 2,79 | |
| Ajuste precios 1º trimestre 2012 (2) | | | | | 0,92 | |
| Impuesto Eléctrico (3,71 Euros x 1,05113) | | | 3,90 Euros | 4,864 % | 0,19 | |
| I.V.A. | | | 3,90 Euros | 18 % | 0,70 | |
| | | | 83,42 Euros | 21 % | 17,52 | |
| IMPORTE TOTAL | | | | | 105,54 | |



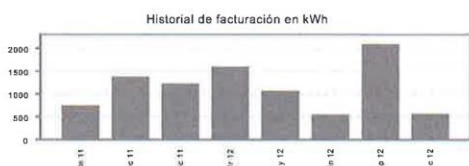
| | | | | |
|---|---|---------------------------|---------------------------------|-----------------------|
| DATOS DE INTERÉS | | | | |
| CUPS: | Contrato con la distribuidora (ATR) nº: | | Fecha Fin Contrato: 01-07-2013 | Peaje de Acceso: 2.0A |
| Datos necesarios para el cálculo de la Tarifa de Acceso: | | | | |
| <u>T. Consumo</u> | <u>L. Anterior</u> | <u>L. Actual estimada</u> | <u>CTE</u> | <u>Cons. estimado</u> |
| Energía Total | 45667 | 46113 | 1 | 446 |
| Le informamos que el importe que la compañía comercializadora debe pagar a la compañía distribuidora correspondiente a su facturación de acceso a la red durante el periodo ha sido de 40,69 Euros (impuestos no incluidos) de acuerdo con el tipo de peaje aplicable de conformidad con el RD 1164/2001. | | | | |
| (1) Ajuste de precios de peajes de acceso de un importe total de 13,98 Euros en base a un consumo de 1297 kWh según lo establecido en la Orden IET/843/2012 de 25 de Abril de 2012. | | | | |
| (2) Ajuste de precios de los peajes de acceso de un importe total de 4,61 Euros según lo establecido en la Orden IET/843/2012 de 25 de abril de 2012. | | | | |
| Facturación en base a consumos estimados. Para ello se ha considerado el consumo del mismo periodo del año anterior. | | | | |
| De conformidad con lo establecido en la Resolución de la DGPE y M de 14 de mayo de 2009, los importes cobrados tienen la consideración de pagos a cuenta que se regularizarán en la primera factura con lectura real que se emita. | | | | |
| Disposición oficial y fecha de publicación tarifas en BOE N.155 de 29.06.2012. | | | | |
| El importe a pagar en concepto de impuesto eléctrico se obtiene multiplicando el factor de corrección (1,05113) y el tipo impositivo (4,864%) por la suma de los importes correspondientes a la energía consumida y a la potencia contratada. | | | | |
| Costes según BOE 31-03-2011 : Servicio: 91,063%, Permanentes: 6,199%, Diversificación y Seguridad de abastecimiento: 2,738% | | | | |
| CONTACTE CON NOSOTROS | | | Nº DE IDENTIFICACION | |
| Lunes a Sábado, de 8 a 22 horas | | | 24 horas/365 días al año | |
| Información y gestiones 901 404040 - Reclamaciones e incidencias 900 100289 | | | Avarías eléctricas 901 203040 | |
| | | | www.gasnaturaalfenosa.es | |

El pago de esta factura se realizará mediante el correspondiente abono bancario a crédito de caja

Gas Natural E.U.R.L. S.O. S.A. C.I.F. A.8887322
Demanda Base: Precio de gas nº 1 (G35) S.A.P.G.S. S.A.
Impreso en el Registro Mercantil de Barcelona, Tomo 41131, Folio 188, Hoja número 8.888888, inscripción 1.



| | | | | |
|--|-------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| CLIENTE: | | DOMICILIACIÓN BANCARIA | | |
| DIRECCIÓN: | | BANCO: | SUCURSAL: | |
| CIF: | | DC: | CUENTA: | |
| NUMERO DE FACTURA: | FECHA DE EMISIÓN: 29-11-2012 | FORMA DE PAGO: | DOMICILIADO BANCO: | FECHA DE VENCIMIENTO: |
| CONCEPTOS TARIFA TUR | | PERIODO | UNIDAD/BASE | PRECIO/PORCENTAJE |
| Término fijo de potencia (5,5 kW) | | 26-10-2012 / 27-11-2012 | 32 días | 0,059817 Euros/kW/día |
| Energía | | 26-10-2012 / 27-11-2012 | 536 kWh | 0,145578 Euros/kWh |
| Alquiler de Equipo | | 26-10-2012 / 27-11-2012 | | |
| Impuesto Eléctrico (88,56 Euros x 1,05113) | | | 93,09 Euros | 4,864 % |
| Ajuste precios 4º trimestre 2011 (1) | | | | |
| Ajuste precios 1º trimestre 2012 (2) | | | | |
| Impuesto Eléctrico (11,13 Euros x 1,05113) | | | 11,70 Euros | 4,864 % |
| I.V.A. | | | 11,70 Euros | 18 % |
| | | | 93,69 Euros | 21 % |
| IMPORTE TOTAL | | | | 127,17 € |



| | | | | | | |
|---|---|---------------------------|-------------------------------|-----------------------|------------------|------|
| DATOS DE INTERÉS | | | | | | |
| CUPS: | Contrato con la distribuidora (ATR) nº: | | Fecha Fin Contrato: | 01-07-2013 | Peaje de Acceso: | 2.0A |
| Datos necesarios para el cálculo de la Tarifa de Acceso: | | | | | | |
| <u>T. Consumo</u> | <u>L. Anterior</u> | <u>L. Actual estimada</u> | <u>CTE</u> | <u>Cons. estimado</u> | | |
| Energía Total | 48087 | 48623 | 1 | 536 | | |
| Le informamos que el importe que la compañía comercializadora debe pagar a la compañía distribuidora correspondiente a su facturación de acceso a la red durante el periodo ha sido de 45,59 Euros (impuestos no incluidos) de acuerdo con el tipo de peaje aplicable de conformidad con el RD 1164/2001. | | | | | | |
| (1) Ajuste de precios de peajes de acceso de un importe total de 13,98 Euros en base a un consumo de 1297 kWh según lo establecido en la Orden IET/843/2012 de 25 de Abril de 2012. | | | | | | |
| (2) Ajuste de precios de los peajes de acceso de un importe total de 4,61 Euros según lo establecido en la Orden IET/843/2012 de 25 de abril de 2012. | | | | | | |
| Facturación en base a consumos estimados. Para ello se ha considerado el consumo del mismo periodo del año anterior. | | | | | | |
| De conformidad con lo establecido en la Resolución de la DGPE y M de 14 de mayo de 2009, los importes cobrados tienen la consideración de pagos a cuenta que se regularizarán en la primera factura con lectura real que se emita. | | | | | | |
| Disposición oficial y fecha de publicación tarifas en BOE N.235 de 29.09.2012. | | | | | | |
| El importe a pagar en concepto de impuesto eléctrico se obtiene multiplicando el factor de corrección (1,05113) y el tipo impositivo (4,864%) por la suma de los importes correspondientes a la energía consumida y a la potencia contratada. | | | | | | |
| Costes según BOE 31-03-2011 : Servicio: 91,063%, Permanentes: 6,199%, Diversificación y Seguridad de abastecimiento: 2,738% | | | | | | |
| CONTACTE CON NOSOTROS | | | Nº DE IDENTIFICACION | | | |
| Lunes a Sábado, de 8 a 22 horas | | | 24 horas/365 días al año | | | |
| Información y gestiones 901 404040 - Reclamaciones e incidencias 900 100259 | | | Averías eléctricas 901 203040 | | | |
| | | | www.gasnaturaalfenosa.es | | | |

El pago de esta factura se acredita mediante el correspondiente abono bancario o recibo de pago.

Gas Natural S.U.R. S.O. S.A.C.I.F. A-0807132
Domicilio Social: Plaza del gas nº 1 28002 BARRIO DE CHILL
Inscrita en el registro Mercantil de Barcelona Tomo 1113 Folio 186 - Hoja número 8.300588 Inscripción 1.



| | | | | | |
|--|--------------------------|-------------------------------|---------------------------|------------------------------|--|
| CLIENTE: | | DOMICILIACIÓN BANCARIA | | | |
| DIRECCIÓN: | | BANCO: | | SUCURSAL: | |
| CIF: | | DC: | | CUENTA: | |
| NUMERO DE FACTURA: | FECHA DE EMISIÓN: | FORMA DE PAGO: | DOMICILIADO BANCO: | FECHA DE VENCIMIENTO: | |
| CONCEPTOS TARIFA TUR | PERIODO | UNIDAD/BASE | PRECIO/PORCENTAJE | IMPORTE € | |
| Término fijo de potencia (5,5 kW) | 27-11-2012 / 20-12-2012 | 23 días | 0,059817 Euros/kW/día | 7,57 | |
| Energía | 27-11-2012 / 20-12-2012 | 383 kWh | 0,145578 Euros/kWh | 55,76 | |
| Alquiler de Equipo | 27-11-2012 / 20-12-2012 | | | 0,43 | |
| Impuesto Eléctrico (63,33 Euros x 1,05113) | | 66,57 Euros | 4,864 % | 3,24 | |
| I.V.A. | | 67,00 Euros | 21 % | 14,07 | |
| | | | | IMPORTE TOTAL | |
| | | | | 81,07 € | |



DATOS DE INTERÉS

| | | | | | |
|--|---|---------------------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| CUPS: | Contrato con la distribuidora (ATR) nº: | | Fecha Fin Contrato: 01-07-2013 | | Peaje de Acceso: 2,0A |
| Datos necesarios para el cálculo de la Tarifa de Acceso: | | | | | |
| <u>T. Consumo</u> | <u>L. Anterior</u> | <u>L. Actual estimada</u> | <u>CTE</u> | <u>Cons. estimado</u> | |
| Energía Total | 48623 | 49006 | 1 | 383 | |

Le informamos que el importe que la compañía comercializadora debe pagar a la compañía distribuidora correspondiente a su facturación de acceso a la red durante el periodo ha sido de 32,58 Euros (impuestos no incluidos) de acuerdo con el tipo de peaje aplicable de conformidad con el RD 1164/2001.

Facturación en base a consumos estimados. Para ello se ha considerado el consumo del mismo periodo del año anterior.

De conformidad con lo establecido en la Resolución de la DGPE y M de 14 de mayo de 2009, los importes cobrados tienen la consideración de pagos a cuenta que se regularizarán en la primera factura con lectura real que se emita.

Disposición oficial y fecha de publicación tarifas en BOE N.235 de 29.09.2012.

El importe a pagar en concepto de impuesto eléctrico se obtiene multiplicando el factor de corrección (1,05113) y el tipo impositivo (4,864%) por la suma de los importes correspondientes a la energía consumida y a la potencia contratada.

Costes según BOE 31-03-2011 : Servicio: 91,063%, Permanentes: 6,199%, Diversificación y Seguridad de abastecimiento: 2,738%

| | | | |
|---|--|--|--|
| CONTACTE CON NOSOTROS | | Nº DE IDENTIFICACIÓN | |
| Lunes a Sábado, de 8 a 22 horas | | 24 horas/365 días al año | |
| Información y gestiones 901 404040 - Reclamaciones e incidencias 900 100259 | | Averías eléctricas 901 203040 | |
| | | www.gasnaturalfenosa.es | |

El pago de esta factura se efectúa mediante correspondiente abono bancario a crédito de caja.

Don. Número 8 U.R. 9005, S.A.C.I.P. A. 4897132
Donante: Banco. Paga del gas nº 110003 S.A.C.I.P. Don.
Inscripción en el Registro Mercantil de Barcelona Tomo 41131, Folio 188, Hoja número 5 580586 Inscripción 1.



| | | | | |
|---|--------------------------|-------------------------------|--------------------------|---------------------------|
| CLIENTE: | | DOMICILIACIÓN BANCARIA | | |
| DIRECCIÓN: | | BANCO: | SUCURSAL: | |
| CIF: | | DC: | CUENTA: | |
| NUMERO DE FACTURA: | FECHA DE EMISION: | 29-10-2012 | FORMA DE PAGO: | DOMICILIADO BANCO: |
| FECHA DE VENCIMIENTO: | | | | |
| CONCEPTOS TARIFA TUR | PERIODO | UNIDAD/BASE | PRECIO/PORCENTAJE | IMPORTE € |
| Término fijo de potencia (5,5 kW) | 01-09-2012 / 26-10-2012 | 55 días | 0,059817 Euros/kW/día | 18,09 |
| Energía | 26-06-2012 / 30-06-2012 | 114 kWh | 0,142208 Euros/kWh | 16,21 |
| | 01-07-2012 / 30-09-2012 | 2.098 kWh | 0,149198 Euros/kWh | 313,02 |
| | 01-10-2012 / 26-10-2012 | 570 kWh | 0,145578 Euros/kWh | 82,98 |
| Energía (Regularizado) | 26-06-2012 / 30-06-2012 | -60 kWh | 0,142208 Euros/kWh | -8,53 |
| | 01-07-2012 / 01-09-2012 | -748 kWh | 0,149198 Euros/kWh | -111,60 |
| Alquiler de Equipo | 01-09-2012 / 26-10-2012 | | | 1,03 |
| Impuesto Eléctrico (310,16 Euros x 1,05113) | | 326,02 Euros | 4,864 % | 15,86 |
| Ajuste precios 4º trimestre 2011 (1) | | | | 2,79 |
| Ajuste precios 1º trimestre 2012 (2) | | | | 0,92 |
| Impuesto Eléctrico (3,71 Euros x 1,05113) | | 3,90 Euros | 4,864 % | 0,19 |
| I.V.A. | | 3,90 Euros | 18 % | 0,70 |
| | | 327,05 Euros | 21 % | 68,68 |
| IMPORTE TOTAL | | | | 400,34 € |



| | | | | |
|---|---|------------------|---------------------------------|-----------------------|
| DATOS DE INTERÉS | | | | |
| CUPS: | Contrato con la distribuidora (ATR) nº: | | Fecha Fin Contrato: 01-07-2013 | Peaje de Acceso: 2.0A |
| Datos necesarios para el cálculo de la Tarifa de Acceso: | | | | |
| En la facturación anterior se estimó un consumo de 808 kWh. Su consumo real en el periodo 26-06-2012 a 26-10-2012, que abarca el de dicha factura, es de 2.782 kWh. Esta factura se ha calculado teniendo en cuenta ambos consumos. | | | | |
| <u>T. Consumo</u> | <u>L. Anterior</u> | <u>L. Actual</u> | <u>CTE</u> | <u>Consumo real</u> |
| Energía Total | 45305 | 48087 | 1 | 2782 |
| Le informamos que el importe que la compañía comercializadora debe pagar a la compañía distribuidora correspondiente a su facturación de acceso a la red durante el periodo ha sido de 150,96 Euros (impuestos no incluidos) de acuerdo con el tipo de peaje aplicable de conformidad con el RD 1164/2001. | | | | |
| (1) Ajuste de precios de peajes de acceso de un importe total de 13,98 Euros en base a un consumo de 1297 kWh según lo establecido en la Orden IET/843/2012 de 25 de Abril de 2012. | | | | |
| (2) Ajuste de precios de los peajes de acceso de un importe total de 4,61 Euros según lo establecido en la Orden IET/843/2012 de 25 de abril de 2012. | | | | |
| De conformidad con la legislación vigente y para poder gestionar correctamente el servicio que tiene contratado con nosotros es preciso que dispongamos de sus datos personales de forma correcta. En concreto, disponer correctamente de su NIF evitará posibles errores en el registro de llamadas, en su identificación al solicitar un servicio o demoras en la resolución de sus reclamaciones. Si detecta que su NIF o algún dato personal de los que aparecen en esta factura es incorrecto, le rogamos llame al 901 40 40 40 de 8 a 22 horas, de lunes a sábado. Gracias por su colaboración. | | | | |
| Costes según BOE 31-03-2011 : Servicio: 91,063%, Permanentes: 6,199%, Diversificación y Seguridad de abastecimiento: 2,738% | | | | |
| CONTACTE CON NOSOTROS | | | Nº DE IDENTIFICACIÓN | |
| Lunes a Sábado, de 8 a 22 horas | | | 24 horas/365 días al año | |
| Información y gestiones 901 404040 - Reclamaciones e incidencias 900 100269 | | | Avarias eléctricas 901 203040 | |
| | | | www.gasnaturaalfenosa.es | |

Si paga de esta factura su importe real debe corresponderle idéntico balance o resto de pago.

Gas Natural U.R. 800, S.A. C.I.F. A 6667332
Denominación Social: Gas Natural U.R. 800, S.A. C.I.F. A 6667332
Inscrita en el registro mercantil de Barcelona, Tomo 41131, Folio 180, Hoja número 8 300088 inscripción 1.



| | | | | | |
|-----------------------------|--------------------------|-------------------------------|--------------------------|---------------------------|------------------------------|
| CLIENTE: | | DOMICILIACIÓN BANCARIA | | | |
| DIRECCIÓN: | | BANCO: | SUCURSAL: | | |
| CIF: | | DC: | CUENTA: | | |
| NUMERO DE FACTURA: | FECHA DE EMISIÓN: | 29-10-2012 | FORMA DE PAGO: | DOMICILIADO BANCO: | FECHA DE VENCIMIENTO: |
| CONCEPTOS TARIFA TUR | PERIODO | UNIDAD/BASE | PRECIO/PORCENTAJE | IMPORTE € | |
| | | | | IMPORTE TOTAL | |
| | | | | 400,34 € | |

| |
|---|
| DATOS DE INTERÉS |
| Facturación realizada en base a consumos reales. |
| Disposición oficial y fecha de publicación tarifas en BOE N.100 de 26.04.2012, BOE N.155 de 29.06.2012 y BOE N.235 de 29.09.2012. |
| El importe a pagar en concepto de impuesto eléctrico se obtiene multiplicando el factor de corrección (1,05113) y el tipo impositivo (4,864%) por la suma de los importes correspondientes a la energía consumida y a la potencia contratada. |

| | |
|---|-------------------------------|
| CONTACTE CON NOSOTROS | Nº DE IDENTIFICACIÓN |
| Lunes a Sábado, de 9 a 22 horas | 24 horas/365 días al año |
| Información y gestiones 901 404040 - Reclamaciones e incidencias 900 100259 | Averías eléctricas 901 203040 |
| www.gasnaturalfenosa.es | |

El pago de esta factura se acredita mediante correspondiente abono bancario o recibo de pago.

Gas Natural E.U.R.L. S200. S.A. C.I.F. A-0607332
Domicilio Social: Plaza del gas nº 1 06000 SARCEJA, CNR.
Inscrita en el Registro Mercantil de Barcelona Tomo 41151 Folio 151, libro número 9-380096, inscripción 1.

5.3 INSTALACIÓN Y CONEXIÓN A LA RED

Partiendo de unos requisitos iniciales, es necesario seleccionar la mejor alternativa para poder cumplir con estos últimos, por supuesto llegando a un equilibrio entre la tipología de control más adecuada y el mejor tipo de máquina eléctrica para esta instalación. Para tomar estas decisiones de la mejor manera posible es imprescindible tener en cuenta tanto factores económicos como técnicos.

Es importante considerar que un sistema de tan pequeña potencia no va a presentar un rendimiento muy elevado como para realizar una gran inversión en su diseño, por tanto, deberá caracterizarse por su simplicidad y su bajo precio. Por consiguiente, habrá que realizar un estudio para buscar la mejor combinación convertidor-generator.

No hay que perder de vista que el objetivo del presente PFC es evaluar, después del preciso estudio previo y la implantación de la tecnología, la viabilidad económica del mismo enmarcado en el borrador del Real Decreto de Balance Neto. Para ello se realiza el estudio con la implantación de dos tipos de tecnologías mini-eólicas. Por un lado aerogeneradores de eje vertical, y por otro de eje horizontal.

5.3.1. GENERADORES DE EJE HORIZONTAL.

La gran mayoría de los convertidores electrónicos para aplicaciones eólicas están diseñados para velocidades desde las 750 rpm hasta las 1800 rpm. Sin embargo, las turbinas eólicas están diseñadas para funcionar en un rango entre las 20 rpm hasta las 250 rpm. Por tanto, en estas situaciones es necesaria la utilización de una caja multiplicadora entre la turbina y el generador.

El proceso de selección de un aerogenerador adecuado a veces es complicado y tedioso, ya que hay que tener en cuenta la combinación “perfecta” entre el consumo estimado que se va a tener en el emplazamiento (en este caso una vivienda unifamiliar) y el viento presente en dicho emplazamiento. Para eso, se ha hecho uso de los datos de una estación meteorológica situada a aproximadamente 1 km de distancia del punto exacto donde se va a colocar el aerogenerador.

En el caso de los aerogeneradores, el proceso de selección, una vez se tienen los datos importantes del estudio eólico y del consumo que se quiere cubrir, es comparar la curva de potencia del aerogenerador con la curva de densidad de potencia del viento. El área

cubierto por ésta última debe cubrir el área comprendido por la curva de potencia del aerogenerador.

En el caso que del presente PFC, se necesita cubrir una demanda de 7100 kwh anual. La vivienda tiene un consumo medio de 590 kwh siempre con la idea de minimizar el consumo procedente de la red.

No obstante, para hacer un estudio económico exhaustivo, se ha optado por plantear dos alternativas diferentes, ya que a veces, aunque el estudio eólico te recomienda la instalación de un aerogenerador, dicho aerogenerador no cubre totalmente las necesidades energéticas planteadas. Por tanto, se han escogido dos escenarios para analizar. La primera alternativa utilizando únicamente un aerogenerador que cubra toda la demanda, y la segunda utilizando más de uno.

- Caso 1: (Un solo aerogenerador)

Para la elección de este aerogenerador, se ha comprobado que su curva de potencia, para la velocidad media del viento que existe en el emplazamiento, está dentro del área de la curva de potencia del viento. Se ha escogido el aerogenerador en función de la energía que genera con el recurso de viento existente en el emplazamiento de la vivienda.

Para el caso 1 de aerogenerador de eje horizontal se ha utilizado un modelo comercial BORNAY 1500. A continuación se explica el estudio energético de dicho aerogenerador.

El aerogenerador Bornay 1500 posee las siguientes características:

| BORNAY 1500 | |
|-------------------------------|--------------------|
| Potencia Nominal | 1,5 Kw |
| Velocidad Arranque | 3,5 m/s |
| Velocidad Nominal | 12 m/s |
| Número de Aspas | 2 |
| Diámetro Del Rotor | 2,9 mts |
| Altura De La Torre (ABATIBLE) | 12 mts |
| Área barrida por las palas | 6,42 mts cuadrados |

Tabla 12. Características del modelo Bornay 1500. Fuente: Elaboración propia

Su curva de potencia es la siguiente:

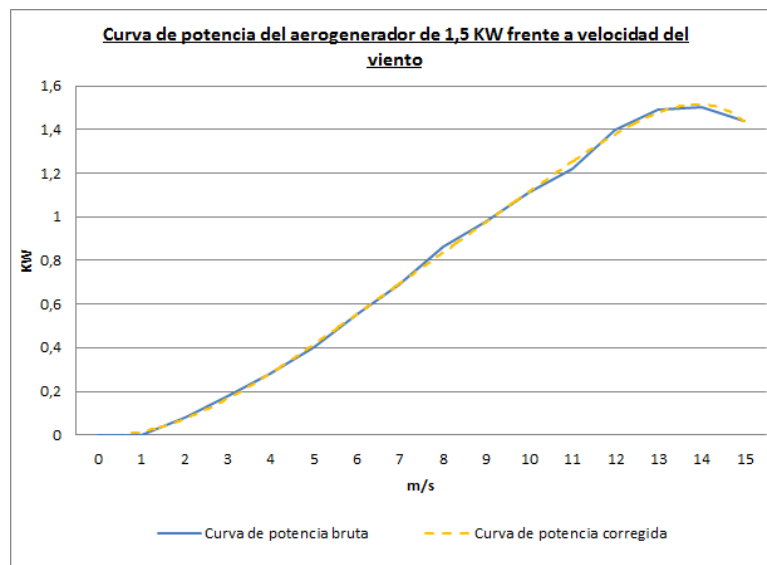


Figura 58. Curva de potencia - Bornay 1500. Fuente: Elaboración propia



Figura 59. Modelo BORNAY 1500. Fuente: BORNAY

La siguiente gráfica muestra la energía eólica potencial en una superficie circular de radio igual al radio del rotor del modelo en cuestión en el emplazamiento objeto del proyecto, la

energía eólica aprovechable determinada por el Límite de Betz¹ y la energía final producida por el aerogenerador Bornay 1500, de forma que refleja el aprovechamiento del aerogenerador.

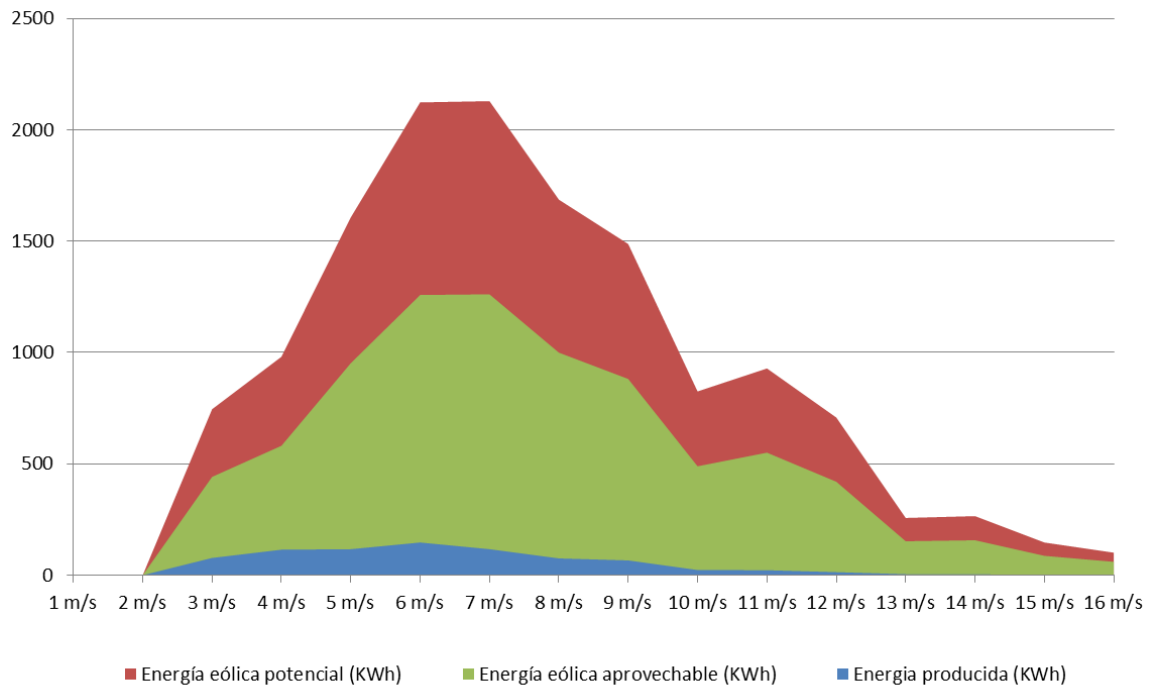


Figura 60. Distribución de energía eólica potencial entregada por el viento, energía aprovechable según el Límite de Betz y energía final producida por el aerogenerador Bornay 1500 en febrero de 2013. Fuente: Elaboración propia

En éste caso se aprecia, que la energía final producida supone, para el intervalo de velocidades mayoritario (ver anexo 1.8: Distribución de Weibull), entre un 20% y un 25% del Límite de Betz teórico (llegando a suponer entre un 17% y un 25% de la energía real aprovechable por los dispositivos actuales). Éste hecho se justifica una vez más a causa de la irregular distribución de vientos en suelo urbano que apenas abarcan, de forma significativa, el rango operacional aprovechable del aerogenerador.

¹La Ley de Betz postula: “Sólo puede convertirse menos de $16/27$ (aproximadamente el 59,3%) de la energía cinética del viento en mecánica usando un aerogenerador.” En la práctica la potencia máxima extraíble oscila entre el 40% y el 50%.

| VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s) | INTERVALO DE VELOCIDADES (m/s) | NÚMERO DE HORAS | P. WEIBULL | CURVA DE POTENCIA DEL AEROGENERADOR (KW) | POTENCIA ESTIMADA (KW) | ENERGÍA PRODUCIDA (KWh) |
|----------------------------|--------------------------------|-----------------|------------|--|------------------------|-------------------------|
| 0 | 0 - 1 | 190 | 19,53 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 - 2 | 94 | 16,51 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 2 - 3 | 73 | 13,24 | 0,08 | 1,059438016 | 77,33897517 |
| 3 | 3 - 4 | 61,5 | 10,34 | 0,18 | 1,861695147 | 114,4942515 |
| 4 | 4 - 5 | 52,5 | 7,94 | 0,28 | 2,223332144 | 116,7249375 |
| 5 | 5 - 6 | 61 | 6,02 | 0,4 | 2,408085368 | 146,8932075 |
| 6 | 6 - 7 | 47 | 4,52 | 0,55 | 2,485780579 | 116,8316872 |
| 7 | 7 - 8 | 32,5 | 3,37 | 0,69 | 2,322303995 | 75,47487984 |
| 8 | 8 - 9 | 31 | 2,49 | 0,86 | 2,140672683 | 66,36085316 |
| 9 | 9 - 10 | 13 | 1,83 | 0,98 | 1,79333714 | 23,31338283 |
| 10 | 10 - 11 | 15 | 1,34 | 1,11 | 1,485401339 | 22,28102009 |
| 11 | 11 - 12 | 11,5 | 0,97 | 1,22 | 1,188234859 | 13,66470088 |
| 12 | 12 - 13 | 4,5 | 0,71 | 1,4 | 0,988142268 | 4,446640205 |
| 13 | 13 - 14 | 5 | 0,51 | 1,49 | 0,759121757 | 3,795608787 |
| 14 | 14 - 15 | 2,5 | 0,37 | 1,5 | 0,549625666 | 1,374064165 |
| 15 | 15 - 16 | 2 | 0,26 | 1,44 | 0,378197027 | 0,756394054 |

Tabla 13. Estimación de energía producida por el modelo Bornay 1500 en febrero de 2013. Fuente: Elaboración propia

Al igual que para el aerogenerador anterior, el cálculo de la distribución de Weibull ha permitido estimar la energía total producida para cada intervalo de velocidades (anexo:

1.8 DISTRIBUCIÓN DE WEIBULL), resultando los siguientes valores mostrados en la tabla 13.

El valor estimado de la energía total producida a lo largo de febrero de 2013 (29 días) es por tanto la suma de las energías producidas para cada uno de los diferentes intervalos de velocidades de viento a lo largo de dicho mes, es decir:

$$783,751 \text{ KWh}$$

El valor estimado de la energía total producida a lo largo de un día es por tanto:

$$783,751 \text{ KWh} / 29 \text{ días} = 27,026 \text{ KWh/día}$$

El valor estimado de la energía producida considerando 12 meses, con la misma producción que en febrero de 2013, es por tanto:

$$27,026 \text{ KWh} * 365 \text{ días} = 9864,447 \text{ KWh/año}$$

Empleando el modelo predictivo del comportamiento del viento durante los años 2011, 2012 y 2013 (anexo: 1.9 MODELO PREDICTIVO), que arroja los siguientes resultados:

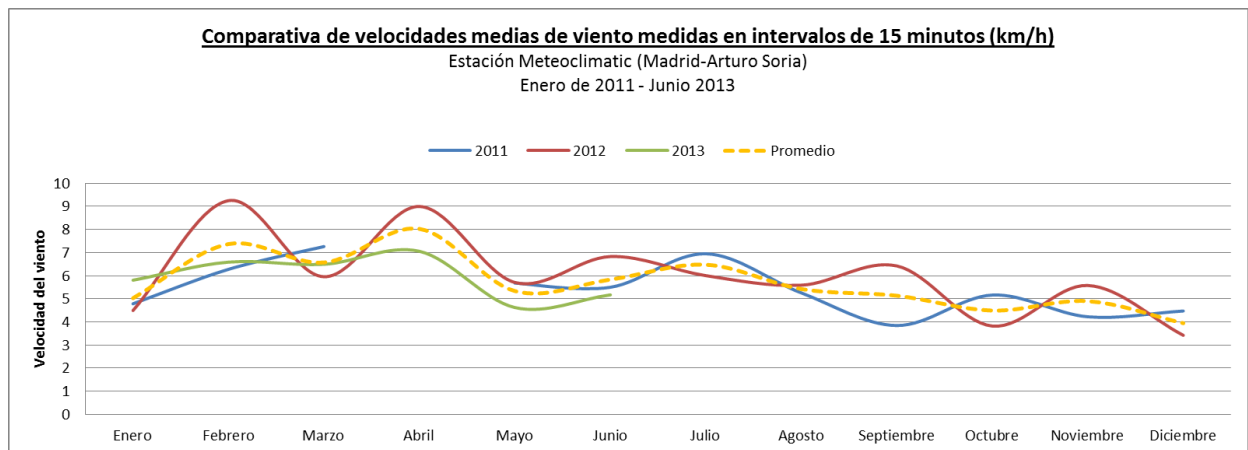


Figura 61. Comparativa de velocidades medias de viento en 2011, 2012 y 2013. Fuente: Elaboración propia

Para el análisis de la energía anual total, se ha elaborado un modelo de comportamiento eólico en base al histórico de velocidades mensuales medias medidas para los años 2011, 2012 y 2013:

| | ENERO | FEBERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIEMBRE | OCTUBRE | NOVIEMBRE | DICIEMBRE |
|-------------------------------------|--------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------------|---------|-----------|-----------|
| Promedio de velocidad (km/h) | 5,03 | 7,37 | 6,57 | 8,03 | 5,34 | 5,84 | 6,48 | 5,42 | 5,14 | 4,49 | 4,90 | 3,95 |
| Incrementos mensuales (%) | 68,19 | 100,00 | 89,14 | 108,89 | 72,39 | 79,15 | 87,87 | 73,56 | 69,65 | 60,92 | 66,48 | 53,52 |
| Energía final generada (KWh) | 552,89 | 810,78 | 722,71 | 882,89 | 586,89 | 641,69 | 712,42 | 596,38 | 564,73 | 493,96 | 539,00 | 433,96 |

Tabla 14. Estimación de energía total producida por el modelo Bornay 1500 en el año 2013. Fuente: Elaboración propia

siendo febrero el mes de referencia respecto del cual se han calculado los incrementos y decrementos de energía generada en base a los incrementos y decrementos en las velocidades medias del viento para cada mes.

El resultado obtenido es el siguiente:

$$Energía\ final\ generada = \sum_{i=1}^{12} energía\ mensual\ generada_i$$

Resultando una energía estimada total igual a:

7538,316 KWh/año

Teniendo en cuenta que el consumo de la vivienda objeto de estudio en el presente PFC es de 7100 kWh, el modelo elegido cubre la demanda de energía únicamente con un solo aerogenerador. (Ver anexo 3.1 con las características del aerogenerador BORNAY 1500).

Para la conexión de la instalación hay que tener en cuenta que lo que se pretende instalar es un equipo que sea tanto para el autoconsumo como para conexión a red, ya que lo que se está analizando es un modelo de balance neto en el que se pretende aprovechar las dos alternativas. A continuación aparecen dos figuras explicativas del esquema escogido.

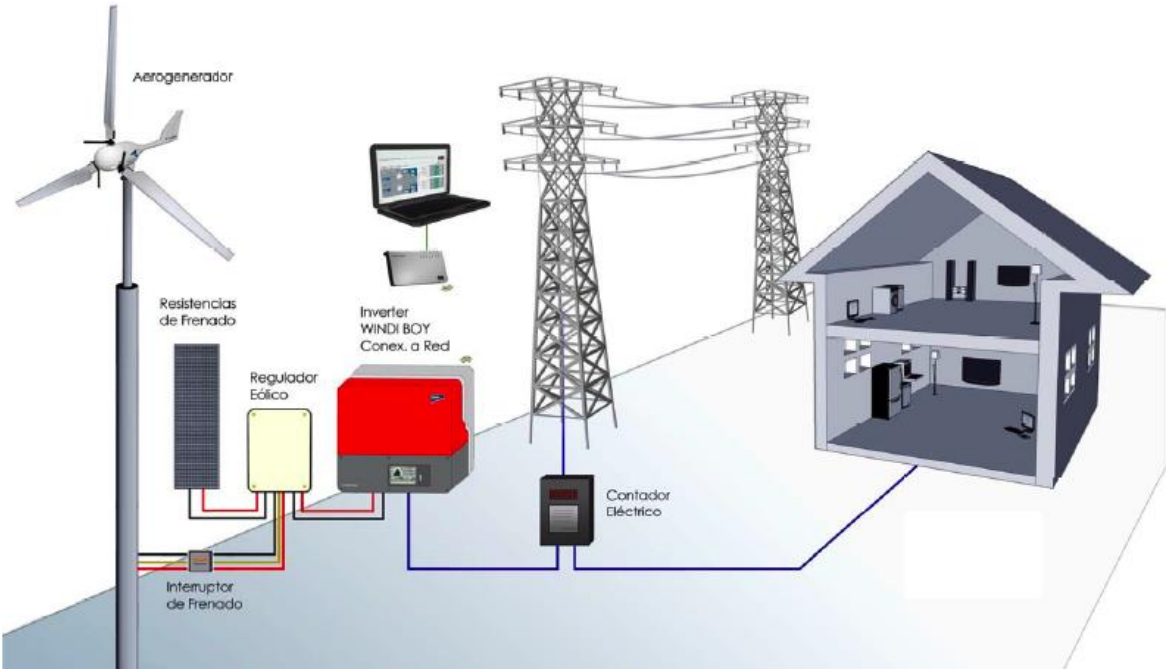


Figura 62. Esquema instalación balance neto. Fuente: ENAIR

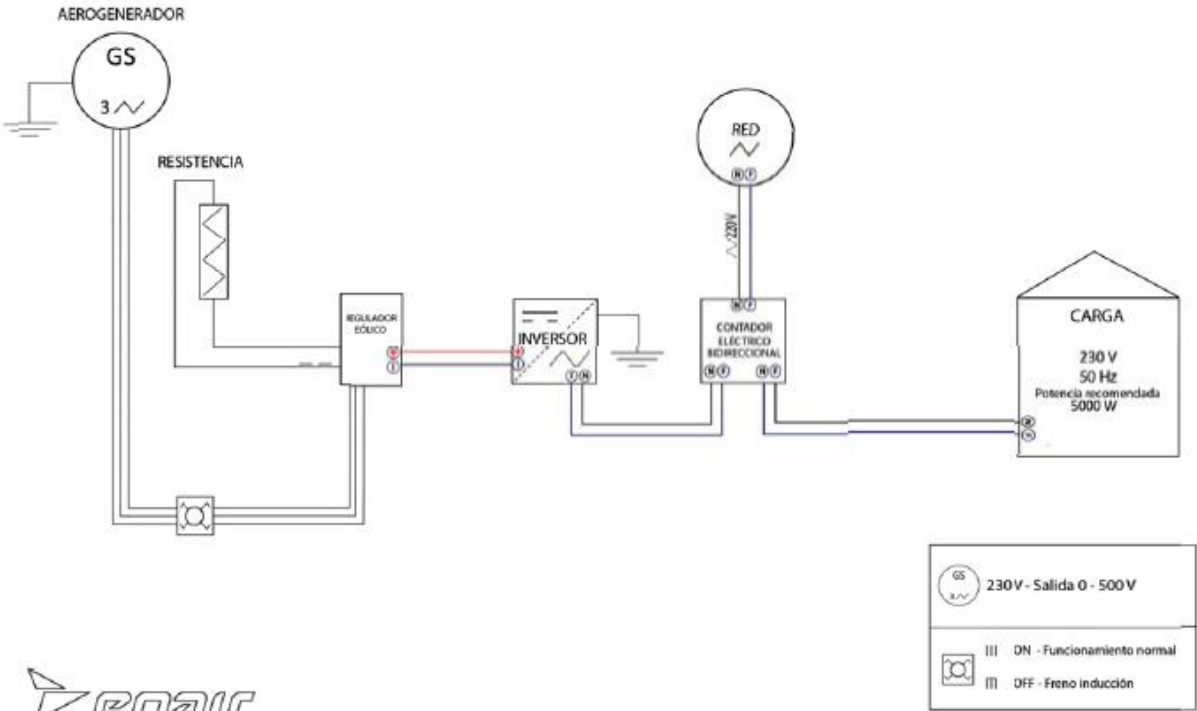


Figura 63. Esquema conexión Balance neto. Fuente: ENAIR

El sistema se conectará a la red trifásica de media tensión (400 V). Para ello, se colocará a la salida del generador un inversor seguido de un regulador eólico cuya función será mantener constante la tensión de entrada en el inversor, que contralará la potencia reactiva inyectada a la red además de encargarse de determinar el punto de máxima potencia del generador. Para la determinación de dicho punto lo que se hará será maximizar la corriente de entrada en el inversor, ya que como se indicó antes, el controlador proporciona una tensión constante a la entrada del inversor.

INVERSOR

Son los elementos que adaptan la energía entregada por el aerogenerador o por las baterías (en forma de corriente continua) a las condiciones requeridas por los diferentes tipos de cargas, ya sean éstas en corriente continua, en corriente alterna o inyección de energía directamente a la red.

Son muchos los tipos de inversores que, utilizando diferentes tecnologías, se comercializan en la actualidad. Existen los que se aplican en sistemas aislados con demandas energéticas variables, que deben ser robustos y eficientes y los empleados en instalaciones conectadas a la red eléctrica, que además se les exige una baja producción de armónicos, su adaptación a cualquier red eléctrica y una generación con alto factor de potencia.

Para este caso del aerogenerador BORNAY 1500 se ha escogido el inversor que recomienda el fabricante AEOCON 3600 para una potencia máxima de 3,6 kW.



Figura 64. Inversor AEOCON 3600. Fuente: BORNAY

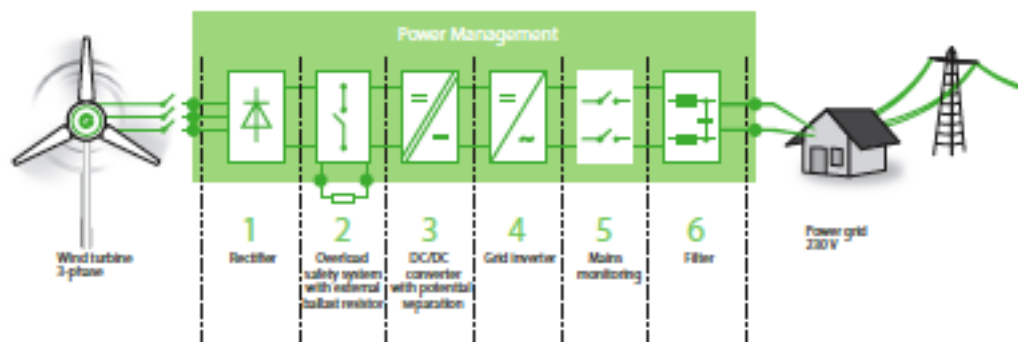


Figura 65. Diagrama de bloque. Fuente: BORNAY

CABLEADO

El cableado depende de la potencia (tensión y corriente) y de la distancia al punto de conexión a la red (Caída máxima de tensión 2,5%). Hay un conductor trifásico y neutro que va desde el generador eléctrico hasta el interruptor del freno (cortocircuito de las tres fases y el neutro del generador). Después del freno sólo van tres conductores hasta el interfaz de protección contra sobretensión donde se rectifica y se pasa a corriente continua. Entre el regulador y el inversor es en corriente continua, y del inversor a la red es monofásico.

A continuación se describe el cableado utilizado para cada uno de los tramos de esta instalación.

- Manguera tipo RZ1-K 0.6/1kV 4x8 mm².
- Manguera tipo HO7V-K 0.6/1 kV 3x1x5 mm²
- HO7V-K 0.6/1 kV 2 x 1 x 5mm² (Entre el regulador y el inversor)
- Dos cables RV-K 0.6/1 kV 2x1x1,5 mm² (Del inversor a la red)

| Sección del cable | Intensidad máxima | Potencia máxima en 12 Vcc | Potencia máxima en 24 Vcc | Potencia máxima en 48 Vcc | Potencia máxima en 220 Vac |
|---------------------|-------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|
| 1,5 mm ² | 11 A | 132 W | 264 W | 528 W | 2.420 W |
| 2,5 mm ² | 15 A | 180 W | 360 W | 720 W | 3.300 W |
| 4 mm ² | 20 A | 240 W | 480 W | 960 W | 4.400 W |
| 6 mm ² | 25 A | 300 W | 600 W | 1.200 W | 5.500 W |
| 10 mm ² | 34 A | 408 W | 816 W | 1.632 W | 7.480 W |
| 16 mm ² | 45 A | 540 W | 1.080 W | 2.160 W | 9.900 W |
| 25 mm ² | 59 A | 708 W | 1.416 W | 2.832 W | 12.980 W |

Tabla 15. Características cableado a la red según sección. Fuente: CIEMAT

- *Caso 2: (2 Aerogeneradores)*

Para el caso 2 de aerogenerador de eje horizontal se ha utilizado un modelo comercial BORNAY 800. A continuación se explica el estudio energético de dicho aerogenerador siguiendo los mismos pasos que en el caso anterior.

El aerogenerador Bornay 800 posee las siguientes características:

| BORNAY 800 | |
|-------------------------------|--------------------|
| Potencia Nominal | 0,8 Kw |
| Velocidad Arranque | 3,5 m/s |
| Velocidad Nominal | 12 m/s |
| Número de Aspas | 5 |
| Diámetro Del Rotor | 1,8 mts |
| Altura De La Torre (ABATIBLE) | 12 mts |
| Área barrida por las palas | 2,41 mts cuadrados |

Tabla 16. Características del modelo Bornay 800. Fuente: Elaboración propia

Su curva de potencia es la siguiente:

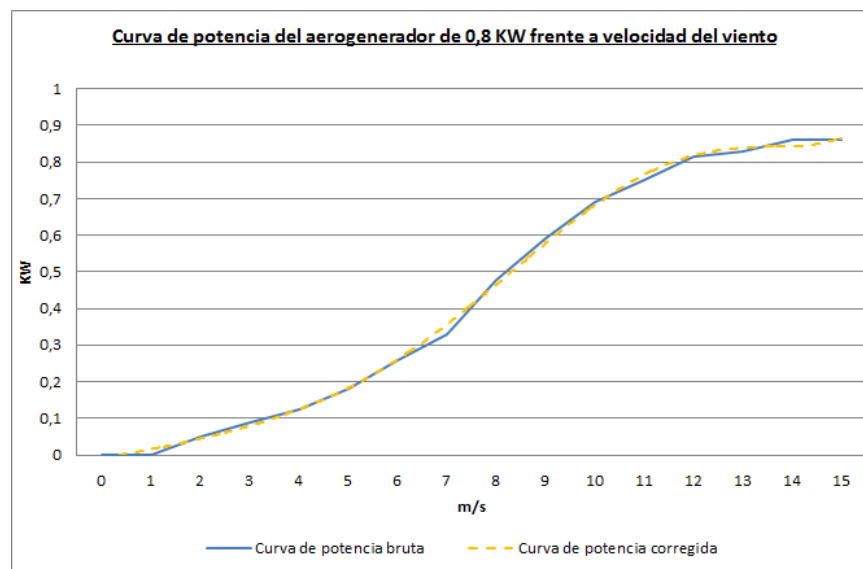


Figura 66. Curva de potencia - Bornay 800. Fuente: Elaboración propia

Se han calculado las probabilidades de Weibull asociadas a los intervalos de velocidades del viento comprendidos entre 1 m/s y 16 m/s (anexo:

1.8 DISTRIBUCIÓN DE WEIBULL). Habiendo acomodado los registros eólicos según una distribución de Weibull y empleando la curva de potencia del aerogenerador, se ha calculado la energía media producida para cada intervalo de velocidades del viento en el mes de Febrero.

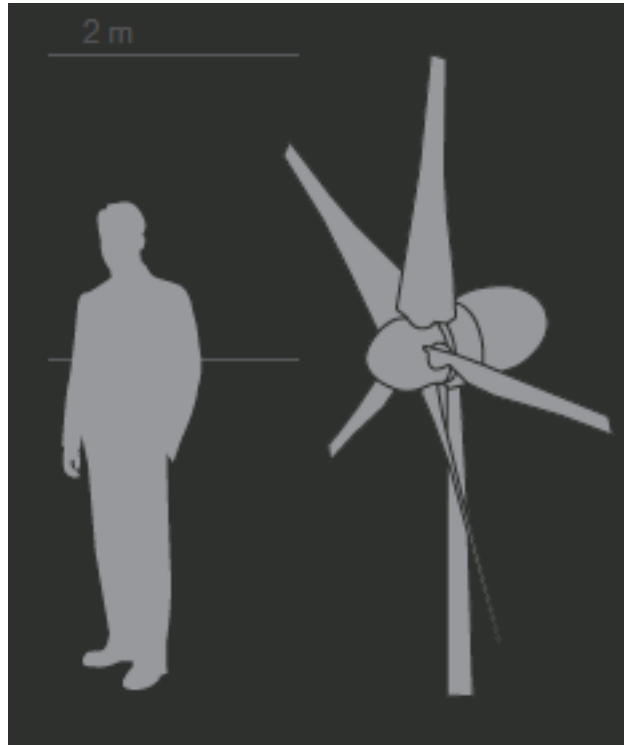


Figura 67. Modelo Aerogenerador BEE 800. Fuente: BORNAY

La siguiente gráfica muestra la energía eólica potencial en una superficie circular de radio igual al radio del rotor del modelo en cuestión en el emplazamiento objeto del proyecto, la energía eólica aprovechable determinada por el Límite de Betz y la energía final producida por el aerogenerador Bornay 800, de forma que refleja el aprovechamiento del aerogenerador.

La diferencia apreciable se debe a la distribución irregular de los vientos presentes en la zona. Al ser un ámbito urbano, los vientos presentes rara vez superan los 5 m/s de forma continuada, forzando al aerogenerador a trabajar por debajo de su valor nominal y produciendo energía en un rango muy limitado de velocidades.

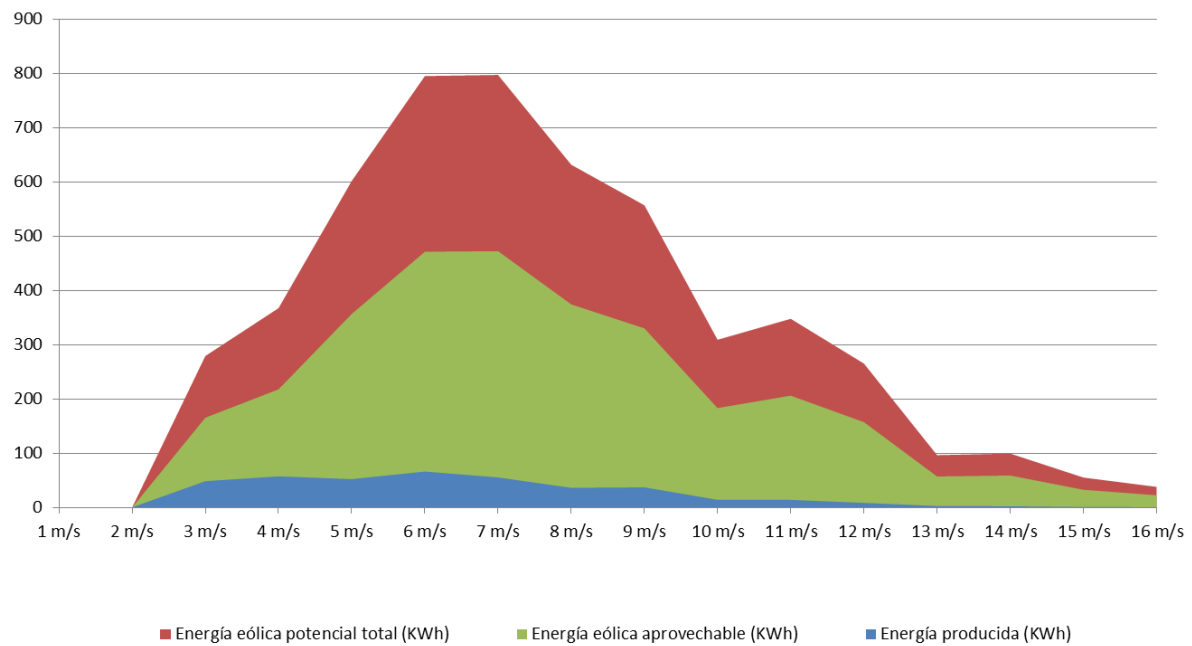


Figura 68. Distribución de energía eólica entregada por el viento, energía aprovechable según el Límite de Betz y energía final producida por el aerogenerador Bornay 800 en febrero de 2013. Fuente: Elaboración propia

El cálculo de la distribución de Weibull ha permitido estimar la energía total producida para cada intervalo de velocidades (anexo:

1.8 DISTRIBUCIÓN DE WEIBULL) que se muestra en la tabla 17.

| VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s) | INTERVALO DE VELOCIDADES (m/s) | NÚMERO DE HORAS | P. WEIBULL | CURVA DE POTENCIA DEL AEROGENERADOR (kW) | POTENCIA ESTIMADA (kW) | ENERGÍA PRODUCIDA (KWh) |
|-------------------------------|--------------------------------------|-----------------|------------|---|------------------------------|-------------------------------|
| 0 | 0 - 1 | 190 | 19,53 | 0 | 0,000 | 0,000 |
| 1 | 1 - 2 | 94 | 16,51 | 0 | 0,000 | 0,000 |
| 2 | 2 - 3 | 73 | 13,24 | 0,05 | 0,662 | 48,337 |
| 3 | 3 - 4 | 61,5 | 10,34 | 0,09 | 0,931 | 57,247 |
| 4 | 4 - 5 | 52,5 | 7,94 | 0,125 | 0,993 | 52,109 |
| 5 | 5 - 6 | 61 | 6,02 | 0,18 | 1,084 | 66,102 |
| 6 | 6 - 7 | 47 | 4,52 | 0,26 | 1,175 | 55,230 |
| 7 | 7 - 8 | 32,5 | 3,37 | 0,33 | 1,111 | 36,097 |
| 8 | 8 - 9 | 31 | 2,49 | 0,48 | 1,195 | 37,039 |
| 9 | 9 - 10 | 13 | 1,83 | 0,59 | 1,080 | 14,036 |
| 10 | 10 - 11 | 15 | 1,34 | 0,69 | 0,923 | 13,850 |
| 11 | 11 - 12 | 11,5 | 0,97 | 0,75 | 0,730 | 8,400 |
| 12 | 12 - 13 | 4,5 | 0,71 | 0,815 | 0,575 | 2,589 |
| 13 | 13 - 14 | 5 | 0,51 | 0,83 | 0,423 | 2,114 |
| 14 | 14 - 15 | 2,5 | 0,37 | 0,86 | 0,315 | 0,788 |
| 15 | 15 - 16 | 2 | 0,26 | 0,86 | 0,226 | 0,452 |

Tabla 17. Estimación de energía producida por el modelo Bornay 800 en febrero de 2013. Fuente: Elaboración propia

El valor estimado de la energía total producida a lo largo de febrero de 2013 (29 días) es por tanto la suma de las energías producidas para cada uno de los diferentes intervalos de velocidades de viento a lo largo de dicho mes, es decir:

$$394,389 \text{ KWh}$$

El valor estimado de la energía total producida a lo largo de un día es por tanto:

$$394,389 \text{ KWh} / 29 \text{ días} = 13,60 \text{ KWh/día}$$

El valor estimado de la energía producida considerando 12 meses, con la misma producción que en febrero de 2013, es por tanto:

$$13,60 \text{ KWh} * 365 \text{ días} = 4963,861 \text{ KWh/año}$$

Empleando el modelo predictivo del comportamiento del viento durante los años 2011, 2012 y 2013 (anexo: 1.9 MODELO PREDICTIVO), que arroja los siguientes resultados:

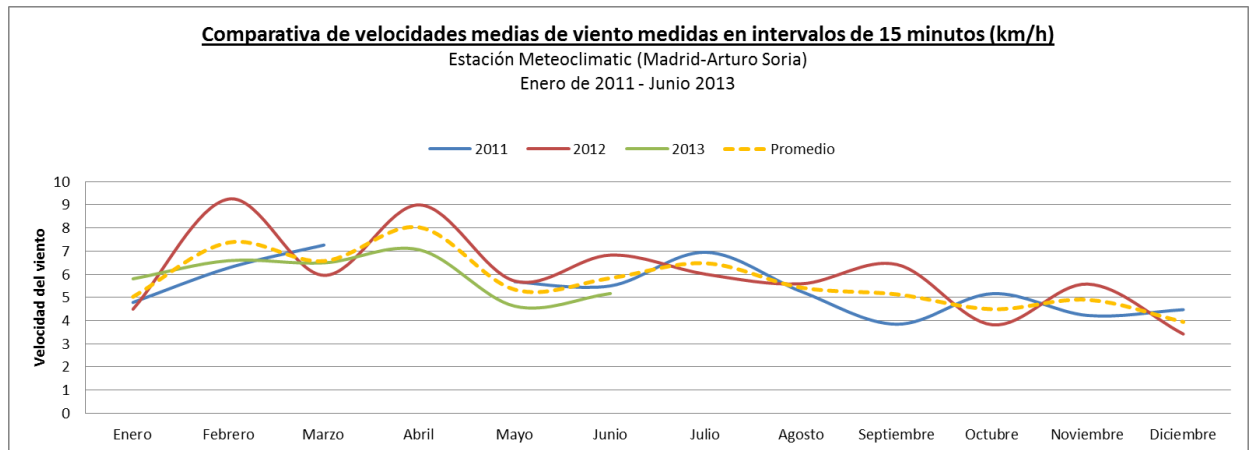


Figura 69. Comparativa de velocidades medias de viento en 2011, 2012 y 2013. Fuente: Elaboración propia

Para el análisis de la energía anual total, se ha elaborado un modelo de comportamiento eólico en base al histórico de velocidades mensuales medias medidas para los años 2011, 2012 y 2013:

| | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIEMBRE | OCTUBRE | NOVIEMBRE | DICIEMBRE |
|------------------------------|--------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------------|---------|-----------|-----------|
| Promedio de velocidad (km/h) | 5,03 | 7,37 | 6,57 | 8,03 | 5,34 | 5,84 | 6,48 | 5,42 | 5,14 | 4,49 | 4,90 | 3,95 |
| Incrementos mensuales (%) | 68,19 | 100,00 | 89,14 | 108,89 | 72,39 | 79,15 | 87,87 | 73,56 | 69,65 | 60,92 | 66,48 | 53,52 |
| Energía final generada (KWh) | 278,22 | 407,99 | 363,67 | 444,28 | 295,33 | 322,91 | 358,49 | 300,10 | 284,18 | 248,57 | 271,23 | 218,37 |

Tabla 18. Estimación de energía total producida por el modelo Bornay 800 en el año 2013. Fuente: Elaboración propia

siendo febrero el mes de referencia respecto del cual se han calculado los incrementos y decrementos de energía generada en base a los incrementos y decrementos en las velocidades medias del viento para cada mes.

El resultado obtenido es el siguiente:

$$\text{Energía final generada} = \sum_{i=1}^{12} \text{energía mensual generada}_i$$

Resultando una energía estimada total igual a:

3793,335 KWh/año

Como podemos observar, la energía generada por este aerogenerador es la mitad aproximadamente que en el caso anterior. Por consiguiente, se ha optado por evaluar una

alternativa en la que se utilicen dos aerogeneradores que deberán estar instalados de manera correcta para poder generar **7586 kWh/año**, y cubrir así la demanda de energía de la vivienda.

Para la conexión a la red es análogo al caso anterior, con la peculiaridad que en este caso habrá que calcular la distancia entre los aerogeneradores. Teóricamente la distancia que se recomienda es al menos 3 veces el diámetro de las aspas. En este caso, es de 7,23 metros.

El inversor será el mismo el modelo que en el caso anterior ya que el elegido es para una potencia máxima de 3,6 kW y es el recomendado por el fabricante.

En cuanto al cableado habrá que dimensionarlo ya que al no tener la misma potencia y al tener dos aerogeneradores las longitudes y el tipo de conexiones debe cambiar. A continuación se indica un desglose de dicho cableado.

- 2 Mangueras tipo RZ1-K 0.6/1kV 4x4 mm².
- 2 Mangueras tipo HO7V-K 0.6/1 kV 3x1x3 mm²
- HO7V-K 0.6/1 kV 2 x 1 x 3mm² (Entre el regulador y el inversor)
- cuatro cables RV-K 0.6/1 kV 2x1x1,5 mm² (Del inversor a la red)

5.3.2. GENERADORES DE EJE VERTICAL.

Para la elección del generador de eje vertical, hay que tener en cuenta que todos los modelos están en una fase más experimental con respecto a su homólogo el aerogenerador de eje horizontal.

Las mejoras tecnologías aplicadas sobre los aerogeneradores de eje horizontal y las consecuentes mejorías en las prestaciones técnicas y económicas dejaron en segundo plano el desarrollo de los aerogeneradores de eje vertical. Sin embargo, a pequeña y mediana escala, los aerogeneradores de eje vertical vuelven a ser competitivos respecto a los de eje horizontal si se consideran los siguientes factores:

- estructura comparativamente simple
- bajo costo de implementación.
- bajo costo de instalación.
- fácil mantenimiento.

Dentro del panorama nacional relacionado a la explotación del viento se vislumbran necesidades de abastecer consumos aislados de la red, donde un aerogenerador de eje vertical se ve como el más adecuado gracias a las ventajas anteriormente mencionadas. Aprovechar las corrientes de aire y los vientos en las carreteras para generar electricidad, permitiría satisfacer consumos relacionados a las operaciones viales.

Al igual que en el caso de los aerogeneradores horizontales, para hacer un estudio económico exhaustivo, se ha optado por plantear también dos alternativas diferentes con la intención de poder cubrir lo más cerca posible el 100% de la demanda energética de la vivienda.

- *Caso 1: (1 Aerogenerador)*

Para la elección de este aerogenerador, se ha comprobado que su curva de potencia, para la velocidad media del viento que existe en el emplazamiento, está dentro del área de la curva de potencia del viento. Se ha escogido el aerogenerador en función de la energía que genera con el recurso de viento existente en el emplazamiento de la vivienda.

Para el caso 1 de aerogenerador de eje vertical se ha utilizado un modelo comercial UGE 4K. A continuación se explica el estudio energético de dicho aerogenerador.

El aerogenerador UGE 4K posee las siguientes características:

| UGE-4K-SPC 001 | |
|-------------------------------|---------------------|
| Potencia Nominal | 4000 KW |
| Velocidad Arranque | 3,5 m/s |
| Velocidad Nominal | 12 m/s |
| Número de Aspas | 3 |
| Altura De La Torre (ABATIBLE) | 12 mts |
| Área barrida por las palas | 13,80 mts cuadrados |

Tabla 19. Características del modelo UGE 4K. Fuente: Elaboración propia



Figura 70. Modelo Aerogenerador UGE 4K. Fuente: Urban Green Energy

Su curva de potencia es la siguiente:

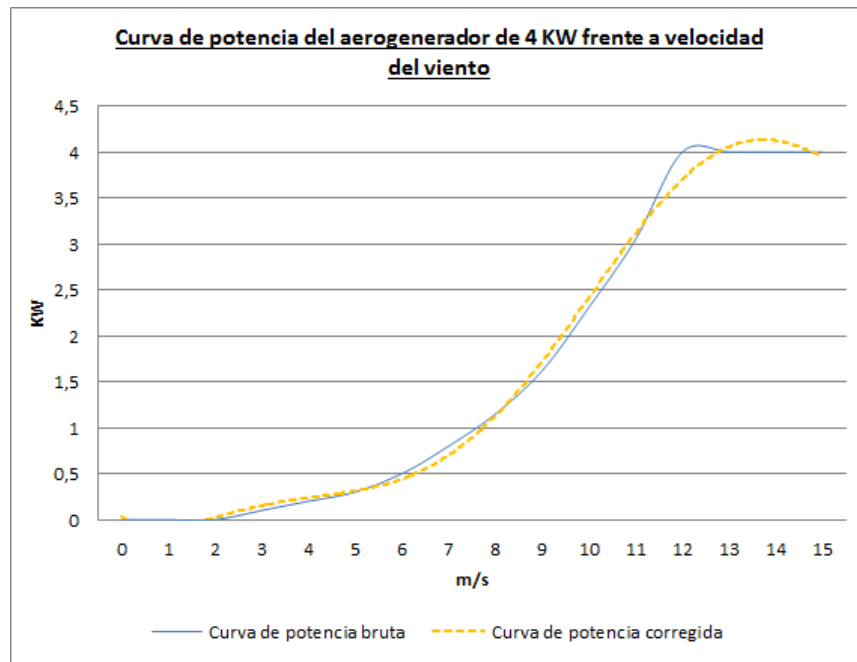


Figura 71. Curva de potencia del aerogenerador UGE 4K. Fuente: Elaboración propia

La siguiente gráfica muestra la energía eólica potencial en una superficie circular de radio igual al radio del rotor del modelo en cuestión en el emplazamiento objeto del proyecto, la energía eólica aprovechable determinada por el Límite de Betz y la energía final producida por el aerogenerador UGE 4K, de forma que refleja el aprovechamiento del aerogenerador.

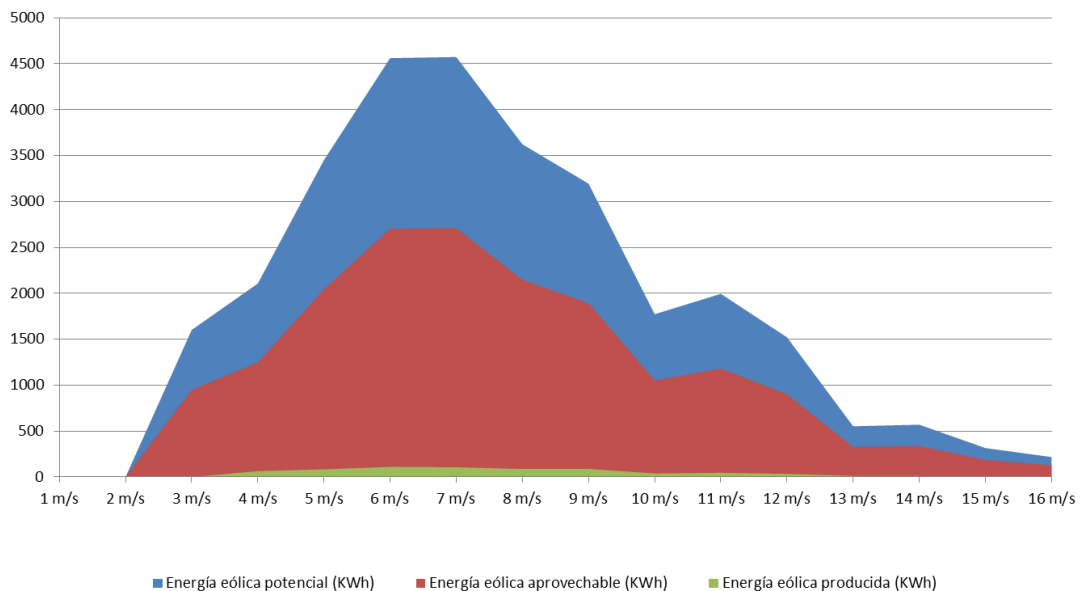


Figura 72. Energías producida, aprovechable, y teórica para aerogenerador UGE 4K en Febrero de 2013. Fuente: Elaboración propia

En éste caso se aprecia de nuevo que la energía final producida supone, para el intervalo de velocidades mayoritario (anexo:

1.8DISTRIBUCIÓN DE WEIBULL), un porcentaje ínfimo del Límite de Betz teórico. Por lo tanto la eficiencia del aerogenerador vertical en éste emplazamiento, vuelve a resultar muy limitada.

| VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s) | INTERVALO DE VELOCIDADES (m/s) | NÚMERO DE HORAS | P. WEIBULL | CURVA DE POTENCIA DEL AEROGENERADOR (kW) | POTENCIA ESTIMADA (kW) | ENERGÍA PRODUCIDA (kWh) |
|----------------------------|--------------------------------|-----------------|------------|--|------------------------|-------------------------|
| 0 | 0 - 1 | 190 | 19,53 | 0 | 0,000 | 0,000 |
| 1 | 1 - 2 | 94 | 16,51 | 0 | 0,000 | 0,000 |
| 2 | 2 - 3 | 73 | 13,24 | 0 | 0,000 | 0,000 |
| 3 | 3 - 4 | 61,5 | 10,34 | 0,1 | 1,034 | 63,608 |
| 4 | 4 - 5 | 52,5 | 7,94 | 0,2 | 1,588 | 83,375 |
| 5 | 5 - 6 | 61 | 6,02 | 0,3 | 1,806 | 110,170 |
| 6 | 6 - 7 | 47 | 4,52 | 0,5 | 2,260 | 106,211 |
| 7 | 7 - 8 | 32,5 | 3,37 | 0,8 | 2,693 | 87,507 |
| 8 | 8 - 9 | 31 | 2,49 | 1,15 | 2,863 | 88,738 |
| 9 | 9 - 10 | 13 | 1,83 | 1,62 | 2,964 | 38,538 |
| 10 | 10 - 11 | 15 | 1,34 | 2,31 | 3,091 | 46,369 |
| 11 | 11 - 12 | 11,5 | 0,97 | 3,05 | 2,971 | 34,162 |
| 12 | 12 - 13 | 4,5 | 0,71 | 4 | 2,823 | 12,705 |
| 13 | 13 - 14 | 5 | 0,51 | 4 | 2,038 | 10,190 |
| 14 | 14 - 15 | 2,5 | 0,37 | 4 | 1,466 | 3,664 |
| 15 | 15 - 16 | 2 | 0,26 | 4 | 1,051 | 2,101 |

Tabla 20. Estimación de energía producida por el modelo UGE 4K en el año 2013. Fuente: Elaboración propia

El cálculo de la distribución de Weibull ha permitido estimar la energía total producida para cada intervalo de velocidades (anexo:

1.8DISTRIBUCIÓN DE WEIBULL), resultando los siguientes valores mostrados en la tabla 20.

El valor estimado de la energía total producida a lo largo de febrero de 2013 (29 días) es por tanto la suma de las energías producidas para cada uno de los diferentes intervalos de velocidades de viento a lo largo de dicho mes, es decir:

$$687,337 \text{ KWh}$$

El valor estimado de la energía total producida a lo largo de un día es por tanto:

$$687,337 \text{ KWh} / 29 \text{ días} = 23,701 \text{ KWh/día}$$

El valor estimado de la energía producida considerando 12 meses, con la misma producción que en febrero de 2013, es por tanto:

$$23,701 \text{ KWh} * 365 \text{ días} = 8650,968 \text{ KWh/año}$$

Empleando el modelo predictivo del comportamiento del viento durante los años 2011, 2012 y 2013 (anexo: 8.1.9 MODELO PREDICTIVO), que arroja los siguientes resultados:

| | ENERO | FEVERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIEMBRE | OCTUBRE | NOVIEMBRE | DICIEMBRE |
|--|--------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------------|---------|-----------|-----------|
| Promedio de velocidad km/h | 5,03 | 7,37 | 6,57 | 8,03 | 5,34 | 5,84 | 6,48 | 5,42 | 5,14 | 4,49 | 4,90 | 3,95 |
| Incrementos mensuales % | 68,19 | 100,00 | 89,14 | 108,89 | 72,39 | 79,15 | 87,87 | 73,56 | 69,65 | 60,92 | 66,48 | 53,52 |
| Energía final generada (aerogenerador) | 484,88 | 711,04 | 633,81 | 774,28 | 514,70 | 562,76 | 624,78 | 523,02 | 495,26 | 433,20 | 472,69 | 380,58 |

Tabla 21. Estimación de energía total producida por el modelo UGE 4K en el año 2013. Fuente: Elaboración propia

siendo una vez más febrero, el mes de referencia, respecto del cual se han calculado los incrementos y decrementos de energía generada en base a los incrementos y decrementos en las velocidades medias del viento para cada mes.

El resultado obtenido es el siguiente:

$$\text{Energía final generada} = \sum_{i=1}^{12} \text{energía mensual generada}_i$$

Resultando una energía estimada total igual a:

$$\boxed{6610,987 \text{ KWh/año}}$$

Como se puede observar, no se cubre la demanda completamente al 100% pero se acerca bastante. Hay que tener en cuenta que es difícil ajustar un aerogenerador exactamente a la demanda de energía de una vivienda ya que depende de los vientos, no obstante precisamente por todos estos tipos de cuestiones se realiza el presente estudio.

La conexión a la red es exactamente la misma que en el primer caso de los aerogeneradores de eje horizontal, ya que al igual que en éste, sólo se necesitaría un aerogenerador

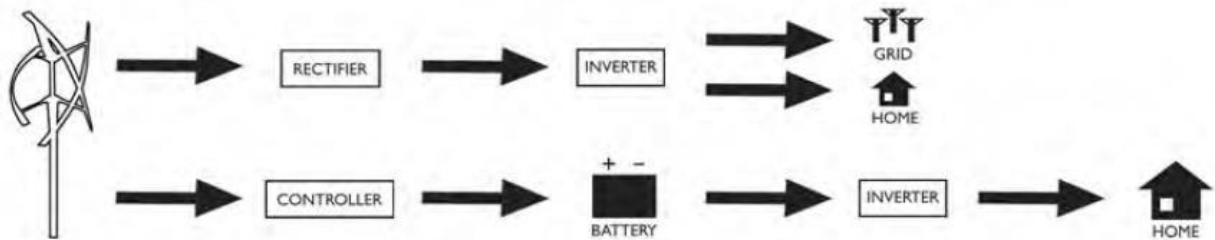


Figura 73. Modelo instalación Balance neto aerogenerador UGE 4K. Fuente: Urban Green Energy

INVERSOR

Para este caso, el inversor no va a ser igual que en los anteriores casos ya que la potencia de salida es diferente y se necesita dimensionar adecuadamente la instalación. El inversor utilizado será AURORA WIND PVI 3.6 TL OUT TD ya que tiene una potencia máxima de 4000 W y es el recomendado por el fabricante.

Normalmente en el caso de los inversores se intenta utilizar algún modelo que sobredimensionado para la instalación. No obstante no existe peligro alguno ya que en caso de ráfagas, el aerogenerador puede aumentar su velocidad súbitamente y con ello aumentar la tensión de salida de generador de imanes permanentes. Este tipo de generadores la tensión de salida es proporcional a la velocidad de rotación por lo que si la turbina va más rápido hasta que comienza el inversor a regular puede provocarse alguna sobretensión o también debido a algún fallo en la electrónica o en la red eléctrica a la cual está conectado. En estos casos el cuadro regulador conecta una resistencia y deriva la corriente progresivamente frenando a la turbina y evitando que picos de tensión pasen al inversor.

CABLEADO

En el caso del cableado será algo muy parecido al primer caso de aerogeneradores de eje horizontal aunque con algunos cables diferentes debido al cambio de potencia. A continuación se desglosa la relación de cables para los diferentes tramos:

- Mangueras tipo RZ1-K 0.6/1kV 4x16 mm².

- Mangueras tipo HO7V-K 0.6/1 kV 3x1x10 mm²
- HO7V-K 0.6/1 kV 2 x 1 x 10 mm² (Entre el regulador y el inversor)
- cuatro cables RV-K 0.6/1 kV 2x1x6 mm² (Del inversor a la red)

- **Caso 2: (4 Aerogeneradores)**

Para el caso 1 de aerogenerador de eje vertical se ha utilizado un modelo comercial UGE 1K (EDDY GT). A continuación se explica el estudio energético de dicho aerogenerador.

El aerogenerador UGE 1K (EDDY GT) posee las siguientes características:

| UGE-1K-SPC 001 (EDDY GT) | |
|-------------------------------|--------------------|
| Potencia Nominal | 1 KW |
| Velocidad Arranque | 3,5 m/s |
| Velocidad Nominal | 12 m/s |
| Número de Aspas | 3 |
| Altura De La Torre (ABATIBLE) | 12 mts |
| Area barrida por las palas | 4,62 mts cuadrados |

Tabla 22. Características del modelo UGE 1K (EDDY GT). Fuente: Elaboración propia



Figura 74. Modelo aerogenerador UGE 1K. Fuente: Urban Green Energy

Su curva de potencia es la siguiente:

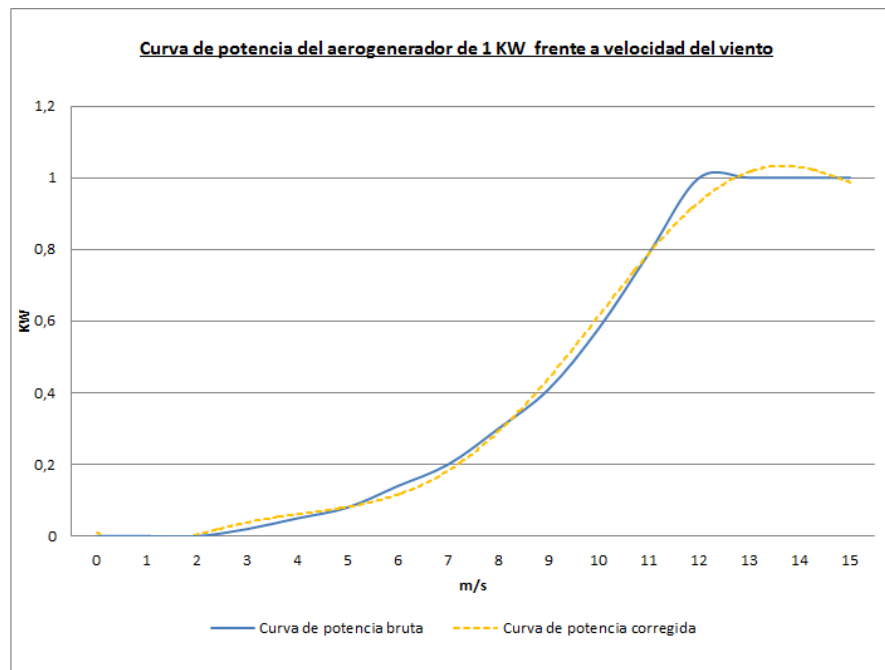


Figura 75. Curva de potencia del aerogenerador Bornay 1KW. Fuente: Elaboración propia

La siguiente gráfica muestra la energía eólica potencial en una superficie circular de radio igual al radio del rotor del modelo en cuestión en el emplazamiento objeto del proyecto, la energía eólica aprovechable determinada por el Límite de Betz y la energía final producida por el aerogenerador UGE 1K (EDDY GT), de forma que refleja el aprovechamiento del aerogenerador.

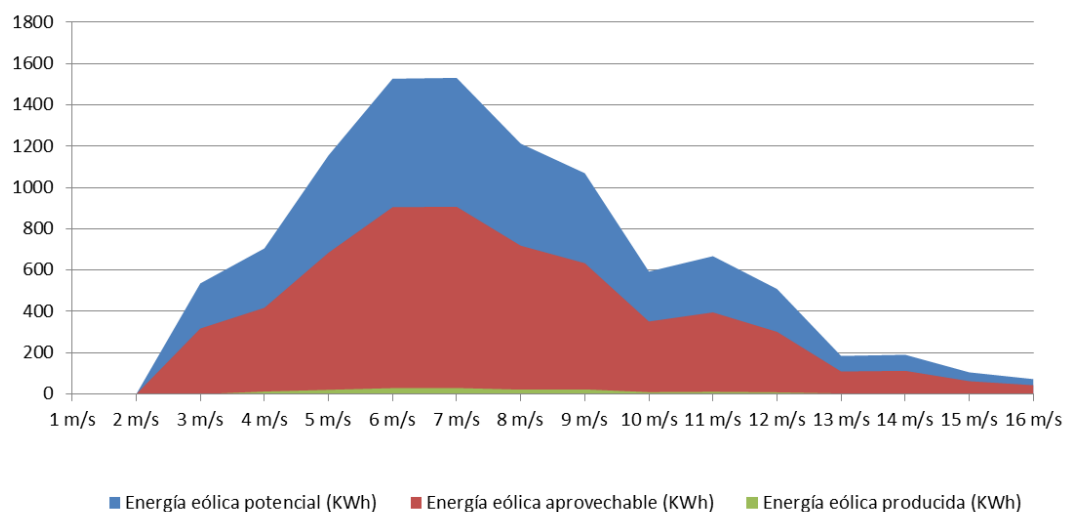


Figura 76. Energías producida, aprovechable, y teórica para aerogenerador Bornay 1KW en Febrero de 2013.
Fuente: Elaboración propia

En éste caso se aprecia que la energía final producida supone, para el intervalo de velocidades mayoritario (anexo:

1.8DISTRIBUCIÓN DE WEIBULL), un porcentaje ínfimo del Límite de Betz teórico. Los aerogeneradores verticales son capaces de generar energía a partir de velocidades de viento inferiores al aprovechar mejor las variaciones direccionales del mismo. Esto se debe a su diseño mediante el cual el movimiento de las palas se produce en la dirección del viento, en todo momento. Sin embargo, debido a la irregular distribución de los vientos y a que la mayoría de las turbinas verticales producen energía entre el 40 y el 50% de la eficiencia de las turbinas horizontales, la eficiencia del aerogenerador vertical en nuestro caso, resulta muy limitada.

| Velocidad | INTERVALO | # HORAS | P. WEIBULL | Potencia Kw | Potencia*P | Energía Kwh |
|-----------|-----------|---------|------------|-------------|-------------|-------------|
| 0 | 0 - 1 | 190 | 19,53 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 - 2 | 94 | 16,51 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 2 - 3 | 73 | 13,24 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 3 - 4 | 61,5 | 10,34 | 0,02 | 0,206855016 | 12,7215835 |
| 4 | 4 - 5 | 52,5 | 7,94 | 0,05 | 0,397023597 | 20,84373885 |
| 5 | 5 - 6 | 61 | 6,02 | 0,08 | 0,481617074 | 29,37864149 |
| 6 | 6 - 7 | 47 | 4,52 | 0,14 | 0,632744147 | 29,73897493 |
| 7 | 7 - 8 | 32,5 | 3,37 | 0,2 | 0,673131593 | 21,87677677 |
| 8 | 8 - 9 | 31 | 2,49 | 0,3 | 0,746746285 | 23,14913482 |
| 9 | 9 - 10 | 13 | 1,83 | 0,41 | 0,750273702 | 9,753558121 |
| 10 | 10 - 11 | 15 | 1,34 | 0,58 | 0,776155655 | 11,64233482 |
| 11 | 11 - 12 | 11,5 | 0,97 | 0,79 | 0,769430769 | 8,848453848 |
| 12 | 12 - 13 | 4,5 | 0,71 | 1 | 0,705815905 | 3,176171575 |
| 13 | 13 - 14 | 5 | 0,51 | 1 | 0,50947769 | 2,547388448 |
| 14 | 14 - 15 | 2,5 | 0,37 | 1 | 0,366417111 | 0,916042777 |
| 15 | 15 - 16 | 2 | 0,26 | 1 | 0,262636824 | 0,525273648 |

Tabla 23. Estimación de energía producida por el modelo UGE 1K (EDDY GT) en febrero de 2013. Fuente: Elaboración propia

El cálculo de la distribución de Weibull ha permitido estimar la energía total producida para cada intervalo de velocidades (anexo:

1.8 DISTRIBUCIÓN DE WEIBULL), resultando los siguientes valores mostrados en la tabla 23.

El valor estimado de la energía total producida a lo largo de febrero de 2013 (29 días) es por tanto la suma de las energías producidas para cada uno de los diferentes intervalos de velocidades de viento a lo largo de dicho mes, es decir:

$$175,118 \text{ KWh}$$

El valor estimado de la energía total producida a lo largo de un día es por tanto:

$$175,118 \text{ KWh} / 29 \text{ días} = 6,039 \text{ KWh/día}$$

El valor estimado de la energía producida considerando 12 meses, con la misma producción que en febrero de 2013, es por tanto:

$$6,039 \text{ KWh} * 365 \text{ días} = 2204,072 \text{ KWh/año}$$

Empleando el modelo predictivo del comportamiento del viento durante los años 2011, 2012 y 2013 (anexo: 1.9 MODELO PREDICTIVO), que arroja los siguientes resultados:

| | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIEMBRE | OCTUBRE | NOVIEMBRE | DICIEMBRE |
|-------------------------------------|--------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------------|---------|-----------|-----------|
| Promedio de velocidad (km/h) | 5,03 | 7,37 | 6,57 | 8,03 | 5,34 | 5,84 | 6,48 | 5,42 | 5,14 | 4,49 | 4,90 | 3,95 |
| Incrementos mensuales (%) | 68,19 | 100,00 | 89,14 | 108,89 | 72,39 | 79,15 | 87,87 | 73,56 | 69,65 | 60,92 | 66,48 | 53,52 |
| Energía final generada (KWh) | 123,54 | 181,16 | 161,48 | 197,27 | 131,13 | 143,38 | 159,18 | 133,25 | 126,18 | 110,37 | 120,43 | 96,96 |

Tabla 24. Estimación de energía total producida por el modelo UGE 1K (EDDY GT) en el año 2013. Fuente: Elaboración propia

siendo una vez más febrero, el mes de referencia, respecto del cual se han calculado los incrementos y decrementos de energía generada en base a los incrementos y decrementos en las velocidades medias del viento para cada mes.

El resultado obtenido es el siguiente:

$$\text{Energía final generada} = \sum_{i=1}^{12} \text{energía mensual generada}_i$$

Resultando una energía estimada total igual a:

$$1684,331 \text{ KWh/año}$$

Como se puede observar con un solo aerogenerador no se cubre la demanda de energía que se requiere en la vivienda (7100 kWh/año), por tanto, será necesaria la instalación de 4 aerogeneradores para conseguir una potencia igual a 6737,32 kWh/año que es prácticamente la demandada por la vivienda.

Para la instalación será necesario colocar los aerogeneradores a una distancia mínima entre ellos. Esta distancia será de al menos 10 metros entre cada uno de los aerogeneradores.

Para la conexión a la red y la vivienda el esquema es exactamente igual que en los anteriores casos con la diferencia de que ahora se colocarán cuatro aerogeneradores.

El inversor elegido para este caso es el mismo modelo que en el caso 1 de este mismo tipo de aerogeneradores (eje vertical) que será AURORA WIND PVI 3.6 TL OUT TD para una potencia máxima de 4000W.

En cuanto al cableado, a continuación se indica el desglose de las conexiones por cada tramo:

- 4 Mangueras tipo RZ1-K 0.6/1kV 4x4 mm².
- Mangueras tipo HO7V-K 0.6/1 kV 3x1x3 mm²
- HO7V-K 0.6/1 kV 2 x 1 x 3mm² (Entre el regulador y el inversor)
- cuatro cables RV-K 0.6/1 kV 2x1x1,5 mm² (Del inversor a la red)



6. DECISIONES TÉCNICAS

En vista de las energías generadas por los diferentes aerogeneradores, podemos establecer un rendimiento comparativo global que muestra claramente la mejor decisión técnica, respecto a la eficiencia, medido en base a la energía total generada para la selección de los aerogeneradores más adecuados.

| Eficiencia Vertical | Aerogenerador | Aerogenerador Horizontal | | Promedio |
|------------------------|---------------|--------------------------|---------------|---------------|
| | | 0,8 KW | 1,5 KW | |
| | 1 KW | 23,68% | 33,51% | 28,59% |
| | 4 KW | 34,85% | 32,89% | 33,87% |

| Eficiencia Horizontal | Aerogenerador | Aerogenerador Vertical | | Promedio |
|--------------------------|---------------|------------------------|----------------|----------------|
| | | 1 KW | 4 KW | |
| | 0,8 KW | 422,30% | 286,90% | 354,60% |
| | 1,5 KW | 298,37% | 304,07% | 301,22% |

Tabla 25. Rendimientos de los aerogeneradores. Fuente: Elaboración propia

Esto se traduce en las siguientes conclusiones:

- El aerogenerador vertical UGE 4K presenta un 32,89% de eficiencia respecto al aerogenerador horizontal Bornay 1500.
- El aerogenerador vertical UGE 4K presenta un 34,85% de eficiencia respecto al aerogenerador horizontal Bornay 800.
- El aerogenerador vertical UGE 1K (EDDY GT) presenta un 33,51% de eficiencia respecto al aerogenerador horizontal Bornay 1500.
- El aerogenerador vertical UGE 1K (EDDY GT) presenta un 23,68% de eficiencia respecto al aerogenerador horizontal Bornay 800.

O lo que es lo mismo:

- El aerogenerador horizontal Bornay 1500 presenta un 304,07% de eficiencia respecto al aerogenerador horizontal UGE 4K.
- El aerogenerador vertical Bornay 1500 presenta un 298,37% de eficiencia respecto al aerogenerador horizontal UGE 1K (EDDY GT).
- El aerogenerador vertical Bornay 800 presenta un 286,90% de eficiencia respecto al aerogenerador horizontal UGE 4K.
- El aerogenerador vertical Bornay 800 presenta un 422,30% de eficiencia respecto al aerogenerador horizontal UGE 1K (EDDY GT).

Promediando las tasas de eficiencia para cada aerogenerador, se aprecia que los aerogeneradores que poseen mayor eficiencia comparativa son los modelos UGE 4K y Bornay 800. No obstante, los aerogeneradores horizontales ofrecen un rendimiento muy superior a los modelos verticales.

Por tanto, previo análisis económico, se considerarán las siguientes decisiones técnicas para cada tipo de aerogenerador, como las elecciones que garantizarán las mayores eficiencias energéticas para la instalación:

| | Modelo | Potencia |
|--------------------------|------------|----------|
| Aerogenerador Vertical | UGE 4K | 4 KW |
| Aerogenerador Horizontal | Bornay 800 | 0,8 KW |

Tabla 26. Aerogeneradores más eficientes. Fuente: Elaboración propia



7. VIABILIDAD ECONÓMICA

En este punto, se va a intentar plasmar de manera resumida y lo más gráficamente posible la viabilidad de cada uno de los “miniproyectos” anteriormente descritos.

Para hacer los cálculos de la inversión se han tenido en cuenta todos los elementos de la instalación, tanto el aerogenerador, mano de obra, inversores así como cableado. Para las previsiones tarifarias se han escogido tres escenarios, una subida del 2%, otra del 4% y la tercera del 7%. Dichas subidas de tarifa se reflejan en los términos fijo y variable en la tarifa eléctrica.

En el cálculo de la inversión no se han tenido en cuenta los impuestos de generación (0,5 €/MWh), debido a que para la producción estimada, el importe total por este concepto asciende a 3,5 €/año, cantidad despreciable frente a la inversión total.

A continuación, se va a describir caso por caso el estudio económico realizado, así como un resumen del presupuesto estimado para cada una de las instalaciones proyectadas. En el anexo: 2. ANEXO: PRESUPUESTOS se puede consultar el presupuesto desglosado por materiales.

7.1. CASO 1: 2 AEROGENERADORES BORNAY 800

- PRESUPUESTO

| | |
|---|------------------|
| 2 x BORNAY 800 (incluye regulador) | 7600 € |
| 2 x TORRE 7 m | 1500 € |
| ESTUDIO E INSTALACIÓN (INCLUYE CIMENTACIÓN) | 2560 € |
| INVERSOR | 1383 € |
| CABLEADO | 598,4 € |
| TOTAL (SIN IVA) | 13641,4 € |
| TOTAL (IVA INCL.) | 16506 € |

ESCENARIO 1: SUBIDA DE UN 2% EN LA TARIFA

| 2 X BORNAY 800 | AÑO | Energía total [kWh/año] | Energía autoconsumi da + diferida [kWh/año] | Energía neta instantanea [kWh/año] | Tvar acceso [€/kWh] | Tfijo acceso [€/kWh] | Importe Tvar acceso [€] | Importe Tfijo acceso [€] | Total tarifa acceso [€] | Ahorros del balance neto [€] | ACUMULADO | PAYBACK |
|----------------|-----|----------------------------|--|--|------------------------|-------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------------------------|-----------------|------------|
| | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | -16506,09 | nversion inicia | -16506,094 |
| | 1 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,138658 | 1,824432 | -67,48068886 | 120,41 | 52,93 | 999,02 | 999,02 | -15507,07 |
| | 2 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,142818 | 1,879165 | -69,50510953 | 124,02 | 54,52 | 1028,99 | 2028,01 | -14478,08 |
| | 3 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,147102 | 1,935540 | -71,59026281 | 127,75 | 56,16 | 1059,86 | 3087,87 | -13418,22 |
| | 4 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,151515 | 1,993607 | -73,7379707 | 131,58 | 57,84 | 1091,66 | 4179,53 | -12326,56 |
| | 5 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,156061 | 2,053415 | -75,95010982 | 135,53 | 59,58 | 1124,41 | 5303,94 | -11202,16 |
| | 6 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,160743 | 2,115017 | -78,22861311 | 139,59 | 61,36 | 1158,14 | 6462,07 | -10044,02 |
| | 7 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,165565 | 2,178468 | -80,5754715 | 143,78 | 63,20 | 1192,88 | 7654,96 | -8851,14 |
| | 8 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,170532 | 2,243822 | -82,99273565 | 148,09 | 65,10 | 1228,67 | 8883,63 | -7622,47 |
| | 9 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,175648 | 2,311136 | -85,48251772 | 152,54 | 67,05 | 1265,53 | 10149,16 | -6356,94 |
| | 10 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,180917 | 2,380471 | -88,04699325 | 157,11 | 69,06 | 1303,50 | 11452,65 | -5053,44 |
| | 11 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,186345 | 2,451885 | -90,68840305 | 161,82 | 71,14 | 1342,60 | 12795,25 | -3710,84 |
| | 12 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,191935 | 2,525441 | -93,40905514 | 166,68 | 73,27 | 1382,88 | 14178,13 | -2327,96 |
| | 13 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,197693 | 2,601204 | -96,21132679 | 171,68 | 75,47 | 1424,36 | 15602,49 | -903,60 |
| | 14 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,203624 | 2,679241 | -99,0976666 | 176,83 | 77,73 | 1467,10 | 17069,59 | 563,50 |
| | 15 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,209733 | 2,759618 | -102,0705966 | 182,13 | 80,06 | 1511,11 | 18580,70 | 2074,60 |
| | 16 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,216025 | 2,842406 | -105,1327145 | 187,60 | 82,47 | 1556,44 | 20137,14 | 3631,05 |
| | 17 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,222505 | 2,927679 | -108,2866959 | 193,23 | 84,94 | 1603,13 | 21740,28 | 5234,18 |
| | 18 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,229181 | 3,015509 | -111,5352968 | 199,02 | 87,49 | 1651,23 | 23391,50 | 6885,41 |
| | 19 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,236056 | 3,105974 | -114,8813557 | 204,99 | 90,11 | 1700,77 | 25092,27 | 8586,18 |
| | 20 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,243138 | 3,199153 | -118,3277964 | 211,14 | 92,82 | 1751,79 | 26844,06 | 10337,96 |
| | 21 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,250432 | 3,295128 | -121,8776303 | 217,48 | 95,60 | 1804,34 | 28648,40 | 12142,31 |
| | 22 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,257945 | 3,393982 | -125,5339592 | 224,00 | 98,47 | 1858,47 | 30506,87 | 14000,78 |
| | 23 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,265683 | 3,495801 | -129,299978 | 230,72 | 101,42 | 1914,23 | 32421,10 | 15915,01 |
| | 24 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,273654 | 3,600675 | -133,1789773 | 237,64 | 104,47 | 1971,65 | 34392,75 | 17886,66 |
| | 25 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,281863 | 3,708696 | -137,1743466 | 244,77 | 107,60 | 2030,80 | 36423,56 | 19917,46 |

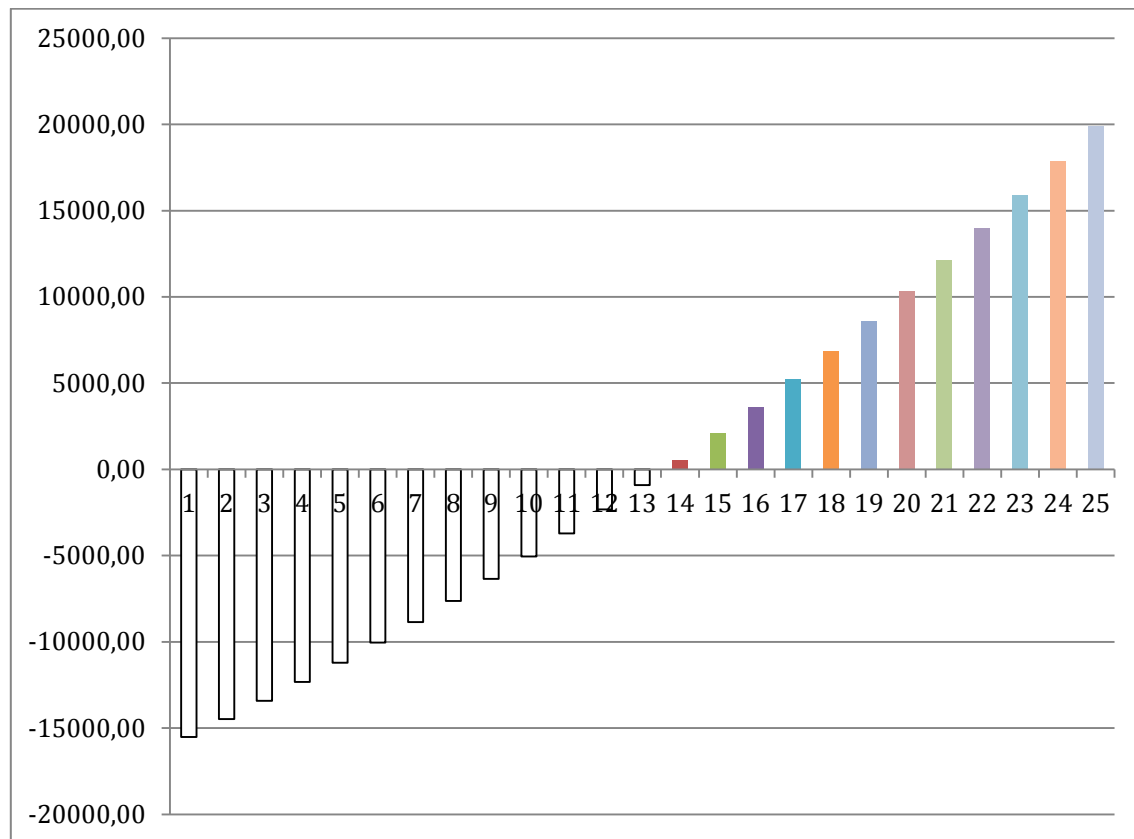


Figura 77. Gráfico de retorno de la inversión del caso2, escenario 1. Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, la inversión se recuperaría en 14 años para un escenario de subida de tarifa del 2% y dos aerogeneradores BORNAY 800.

ESCENARIO 2: SUBIDA DE UN 4% EN LA TARIFA

| 2 X BORNAY 800 | AÑO | Energía total [kWh/año] | Energía autoconsumida + diferida [kWh/año] | Energía neta instantánea [kWh/año] | Tvar acceso [€/kWh] | Tfijo acceso [€/kWh] | Importe Tvar acceso [€] | Importe Tfijo acceso [€] | Total tarifa acceso [€] | Ahorros del balance neto [€] | ACUMULAD O | PAYBACK |
|----------------|-----|----------------------------|---|--|------------------------|-------------------------|-------------------------------|--------------------------------|----------------------------|------------------------------|--------------------|------------|
| | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | -16506,09 | Conversion inicial | -16506,094 |
| | 1 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,138658 | 1,824432 | -67,4806889 | 120,41 | 52,93 | 999,02 | 999,02 | -15507,07 |
| | 2 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,145591 | 1,915654 | -70,8547233 | 126,43 | 55,58 | 1048,97 | 2047,99 | -14458,10 |
| | 3 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,152870 | 2,011437 | -74,3974595 | 132,75 | 58,36 | 1101,42 | 3149,41 | -13356,68 |
| | 4 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,160514 | 2,112009 | -78,1173324 | 139,39 | 61,28 | 1156,49 | 4305,90 | -12200,19 |
| | 5 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,168540 | 2,217609 | -82,0231991 | 146,36 | 64,34 | 1214,32 | 5520,22 | -10985,87 |
| | 6 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,176967 | 2,328490 | -86,124359 | 153,68 | 67,56 | 1275,03 | 6795,25 | -9710,84 |
| | 7 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,185815 | 2,444914 | -90,430577 | 161,36 | 70,93 | 1338,78 | 8134,03 | -8372,06 |
| | 8 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,195106 | 2,567160 | -94,9521058 | 169,43 | 74,48 | 1405,72 | 9539,76 | -6966,34 |
| | 9 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,204861 | 2,695518 | -99,6997111 | 177,90 | 78,20 | 1476,01 | 11015,77 | -5490,33 |
| | 10 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,215104 | 2,830294 | -104,684697 | 186,80 | 82,11 | 1549,81 | 12565,57 | -3940,52 |
| | 11 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,225859 | 2,971808 | -109,918931 | 196,14 | 86,22 | 1627,30 | 14192,87 | -2313,22 |
| | 12 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,237152 | 3,120399 | -115,414878 | 205,95 | 90,53 | 1708,66 | 15901,54 | -604,56 |
| | 13 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,249010 | 3,276419 | -121,185622 | 216,24 | 95,06 | 1794,10 | 17695,64 | 1189,54 |
| | 14 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,261460 | 3,440240 | -127,244903 | 227,06 | 99,81 | 1883,80 | 19579,44 | 3073,34 |
| | 15 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,274533 | 3,612252 | -133,607148 | 238,41 | 104,80 | 1977,99 | 21557,43 | 5051,34 |
| | 16 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,288260 | 3,792864 | -140,287506 | 250,33 | 110,04 | 2076,89 | 23634,32 | 7128,23 |
| | 17 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,302673 | 3,982507 | -147,301881 | 262,85 | 115,54 | 2180,74 | 25815,06 | 9308,97 |
| | 18 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,317807 | 4,181633 | -154,666975 | 275,99 | 121,32 | 2289,77 | 28104,83 | 11598,74 |
| | 19 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,333697 | 4,390714 | -162,400324 | 289,79 | 127,39 | 2404,26 | 30509,10 | 14003,00 |
| | 20 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,350382 | 4,610250 | -170,52034 | 304,28 | 133,76 | 2524,48 | 33033,57 | 16527,48 |
| | 21 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,367901 | 4,840762 | -179,046357 | 319,49 | 140,44 | 2650,70 | 35684,27 | 19178,18 |
| | 22 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,386296 | 5,082801 | -187,998675 | 335,46 | 147,47 | 2783,23 | 38467,50 | 21961,41 |
| | 23 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,405611 | 5,336941 | -197,398608 | 352,24 | 154,84 | 2922,40 | 41389,90 | 24883,81 |
| | 24 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,425891 | 5,603788 | -207,268539 | 369,85 | 162,58 | 3068,52 | 44458,42 | 27952,32 |
| | 25 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,447186 | 5,883977 | -217,631966 | 388,34 | 170,71 | 3221,94 | 47680,36 | 31174,26 |

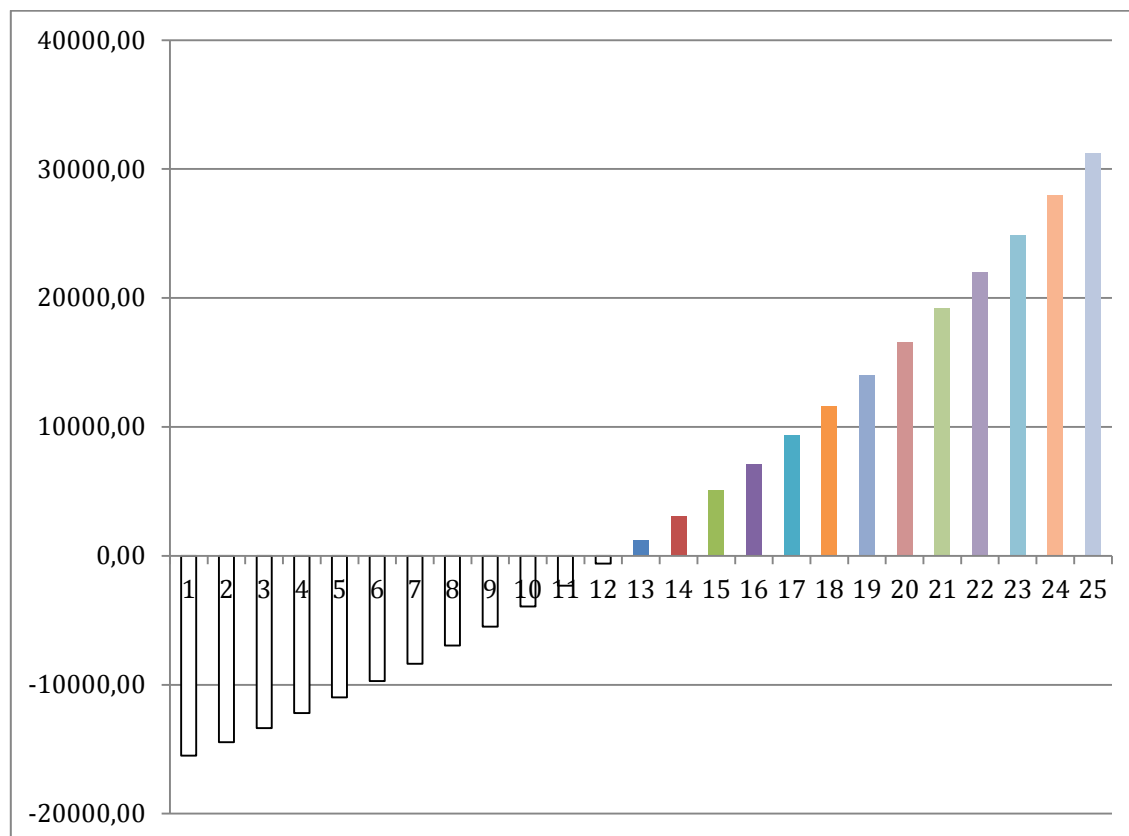


Figura 78. Gráfico de retorno de la inversión del caso2, escenario 2. Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, la inversión se recuperaría en 13 años para un escenario de subida de tarifa del 4% y dos aerogeneradores BORNAY 800.

ESCENARIO 3: SUBIDA DE UN 7% EN LA TARIFA

| 2 X BORNAY 800 | AÑO | Energía total [kWh/año] | Energía autoconsumida + diferida [kWh/año] | Energía neta instantánea [kWh/año] | Tvar acceso [€/kWh] | Tfijo acceso [€/kWh] | Importe Tvar acceso [€] | Importe Tfijo acceso [€] | Total tarifa acceso [€] | Ahorros del balance neto [€] | ACUMULADO | PAYBACK |
|----------------|-----|----------------------------|--|---------------------------------------|------------------------|-------------------------|----------------------------|-----------------------------|-------------------------|------------------------------|-------------------|------------|
| | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | -16506,09 | inversion inicial | -16506,094 |
| | 1 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,138658 | 1,824432 | -67,4806889 | 120,41 | 52,93 | 999,02 | 999,02 | -15507,07 |
| | 2 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,152524 | 2,006876 | -74,2287577 | 132,45 | 58,23 | 1098,92 | 2097,94 | -14408,15 |
| | 3 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,167776 | 2,207563 | -81,6516335 | 145,70 | 64,05 | 1208,81 | 3306,76 | -13199,34 |
| | 4 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,184554 | 2,428320 | -89,8167969 | 160,27 | 70,45 | 1329,70 | 4636,45 | -11869,64 |
| | 5 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,203009 | 2,671152 | -98,7984766 | 176,30 | 77,50 | 1462,67 | 6099,12 | -10406,97 |
| | 6 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,223310 | 2,938267 | -108,678324 | 193,93 | 85,25 | 1608,93 | 7708,05 | -8798,04 |
| | 7 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,245641 | 3,232093 | -119,546157 | 213,32 | 93,77 | 1769,83 | 9477,88 | -7028,21 |
| | 8 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,270205 | 3,555303 | -131,500772 | 234,65 | 103,15 | 1946,81 | 11424,69 | -5081,41 |
| | 9 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,297226 | 3,910833 | -144,65085 | 258,11 | 113,46 | 2141,49 | 13566,18 | -2939,92 |
| | 10 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,326948 | 4,301916 | -159,115934 | 283,93 | 124,81 | 2355,64 | 15921,82 | -584,28 |
| | 11 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,359643 | 4,732108 | -175,027528 | 312,32 | 137,29 | 2591,20 | 18513,02 | 2006,92 |
| | 12 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,395607 | 5,205319 | -192,530281 | 343,55 | 151,02 | 2850,32 | 21363,34 | 4857,25 |
| | 13 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,435168 | 5,725851 | -211,783309 | 377,91 | 166,12 | 3135,35 | 24498,70 | 7992,60 |
| | 14 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,478685 | 6,298436 | -232,96164 | 415,70 | 182,74 | 3448,89 | 27947,59 | 11441,49 |
| | 15 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,526554 | 6,928279 | -256,257804 | 457,27 | 201,01 | 3793,78 | 31741,36 | 15235,27 |
| | 16 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,579209 | 7,621107 | -281,883584 | 502,99 | 221,11 | 4173,16 | 35914,52 | 19408,43 |
| | 17 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,637130 | 8,383218 | -310,071942 | 553,29 | 243,22 | 4590,47 | 40504,99 | 23998,90 |
| | 18 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,700843 | 9,221540 | -341,079137 | 608,62 | 267,54 | 5049,52 | 45554,51 | 29048,42 |
| | 19 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,770927 | 10,143694 | -375,18705 | 669,48 | 294,30 | 5554,47 | 51108,99 | 34602,89 |
| | 20 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,848020 | 11,158063 | -412,705755 | 736,43 | 323,73 | 6109,92 | 57218,91 | 40712,81 |
| | 21 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 0,932822 | 12,273869 | -453,976331 | 810,08 | 356,10 | 6720,91 | 63939,82 | 47433,72 |
| | 22 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 1,026104 | 13,501256 | -499,373964 | 891,08 | 391,71 | 7393,00 | 71332,82 | 54826,73 |
| | 23 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 1,128714 | 14,851382 | -549,31136 | 980,19 | 430,88 | 8132,30 | 79465,12 | 62959,03 |
| | 24 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 1,241586 | 16,336520 | -604,242496 | 1078,21 | 473,97 | 8945,53 | 88410,66 | 71904,56 |
| | 25 | 7100 | 7586,67 | -486,67 | 1,365744 | 17,970172 | -664,666746 | 1186,03 | 521,36 | 9840,09 | 98250,74 | 81744,65 |

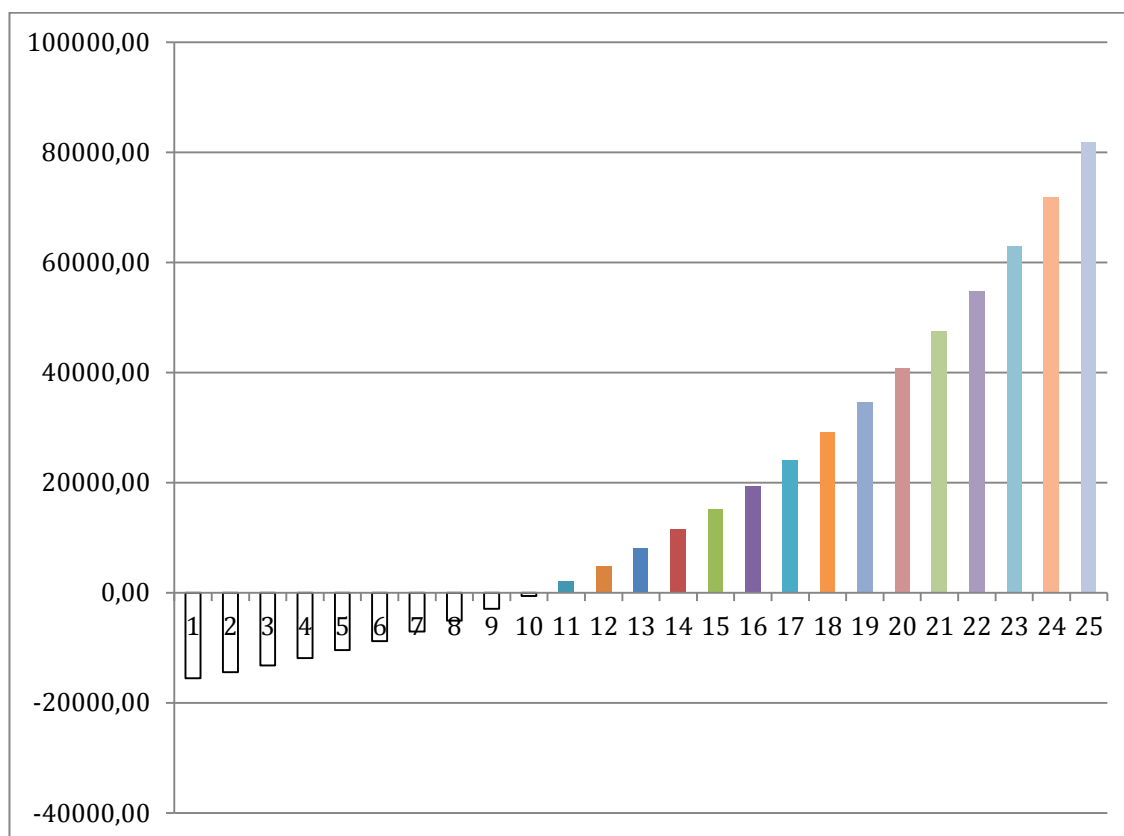


Figura 79. Gráfico de retorno de la inversión del caso 3, escenario 3. Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, la inversión se recuperaría en 11 años para un escenario de subida de tarifa del 7% y dos aerogeneradores BORNAY 800.

7.2. CASO 2: 1 AEROGENERADOR BORNAY 1500

- PRESUPUESTO

| | |
|---|-----------------|
| 1 x BORNAY 1500 | 3690 € |
| TORRE 15 m | 2100 € |
| REGULADOR DE CARGA | 1256 € |
| INVERSOR AEOCON 3600, CONEXIÓN A RED Y PROTECCIONES (incluye Resistance box para derivar a tierra posibles sobretensiones y Switch Box) | 1383 € |
| ESTUDIO E INSTALACIÓN (INCLUYE CIMENTACIÓN) | 900 € |
| CABLEADO | 528,4 € |
| TOTAL (SIN IVA) | 9857,4 € |
| TOTAL (IVA INCL.) | 11927 € |

ESCENARIO 1: SUBIDA DE UN 2% EN LA TARIFA

| 1 X BORNAY 1500 | AÑO | Energía total [kWh/año] | Energía autoconsumi da + diferida [kWh/año] | Energía neta instantanea [kWh/año] | Tvar acceso [€/kWh] | Tfijo acceso [€/kWh] | Importe Tvar acceso [€] | Importe Tfijo acceso [€] | Total tarifa acceso [€] | Ahorros del balance neto [€] | ACUMULADO | PAYBACK |
|-----------------|-----|----------------------------|--|--|------------------------|-------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------------------------|------------------|------------|
| | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | -11927,45 | inversion inicia | -11927,454 |
| | 1 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,138658 | 1,824432 | -60,77601993 | 120,41 | 59,64 | 985,61 | 985,61 | -10941,84 |
| | 2 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,142818 | 1,879165 | -62,59930053 | 124,02 | 61,43 | 1015,18 | 2000,79 | -9926,66 |
| | 3 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,147102 | 1,935540 | -64,47727954 | 127,75 | 63,27 | 1045,64 | 3046,43 | -8881,03 |
| | 4 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,151515 | 1,993607 | -66,41159793 | 131,58 | 65,17 | 1077,00 | 4123,43 | -7804,02 |
| | 5 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,156061 | 2,053415 | -68,40394587 | 135,53 | 67,12 | 1109,31 | 5232,74 | -6694,71 |
| | 6 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,160743 | 2,115017 | -70,45606424 | 139,59 | 69,14 | 1142,59 | 6375,34 | -5552,12 |
| | 7 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,165565 | 2,178468 | -72,56974617 | 143,78 | 71,21 | 1176,87 | 7552,21 | -4375,24 |
| | 8 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,170532 | 2,243822 | -74,74683855 | 148,09 | 73,35 | 1212,18 | 8764,39 | -3163,07 |
| | 9 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,175648 | 2,311136 | -76,98924371 | 152,54 | 75,55 | 1248,54 | 10012,93 | -1914,52 |
| | 10 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,180917 | 2,380471 | -79,29892102 | 157,11 | 77,81 | 1286,00 | 11298,93 | -628,53 |
| | 11 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,186345 | 2,451885 | -81,67788865 | 161,82 | 80,15 | 1324,58 | 12623,51 | 696,05 |
| | 12 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,191935 | 2,525441 | -84,12822531 | 166,68 | 82,55 | 1364,32 | 13987,82 | 2060,37 |
| | 13 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,197693 | 2,601204 | -86,65207207 | 171,68 | 85,03 | 1405,25 | 15393,07 | 3465,62 |
| | 14 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,203624 | 2,679241 | -89,25163423 | 176,83 | 87,58 | 1447,40 | 16840,47 | 4913,02 |
| | 15 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,209733 | 2,759618 | -91,92918326 | 182,13 | 90,21 | 1490,83 | 18331,30 | 6403,85 |
| | 16 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,216025 | 2,842406 | -94,68705876 | 187,60 | 92,91 | 1535,55 | 19866,85 | 7939,40 |
| | 17 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,222505 | 2,927679 | -97,52767052 | 193,23 | 95,70 | 1581,62 | 21448,47 | 9521,01 |
| | 18 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,229181 | 3,015509 | -100,4535006 | 199,02 | 98,57 | 1629,07 | 23077,53 | 11150,08 |
| | 19 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,236056 | 3,105974 | -103,4671057 | 204,99 | 101,53 | 1677,94 | 24755,47 | 12828,02 |
| | 20 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,243138 | 3,199153 | -106,5711188 | 211,14 | 104,57 | 1728,28 | 26483,74 | 14556,29 |
| | 21 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,250432 | 3,295128 | -109,7682524 | 217,48 | 107,71 | 1780,12 | 28263,87 | 16336,41 |
| | 22 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,257945 | 3,393982 | -113,0613 | 224,00 | 110,94 | 1833,53 | 30097,40 | 18169,94 |
| | 23 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,265683 | 3,495801 | -116,453139 | 230,72 | 114,27 | 1888,53 | 31985,93 | 20058,47 |
| | 24 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,273654 | 3,600675 | -119,9467331 | 237,64 | 117,70 | 1945,19 | 33931,12 | 22003,66 |
| | 25 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,281863 | 3,708696 | -123,5451351 | 244,77 | 121,23 | 2003,54 | 35934,66 | 24007,21 |

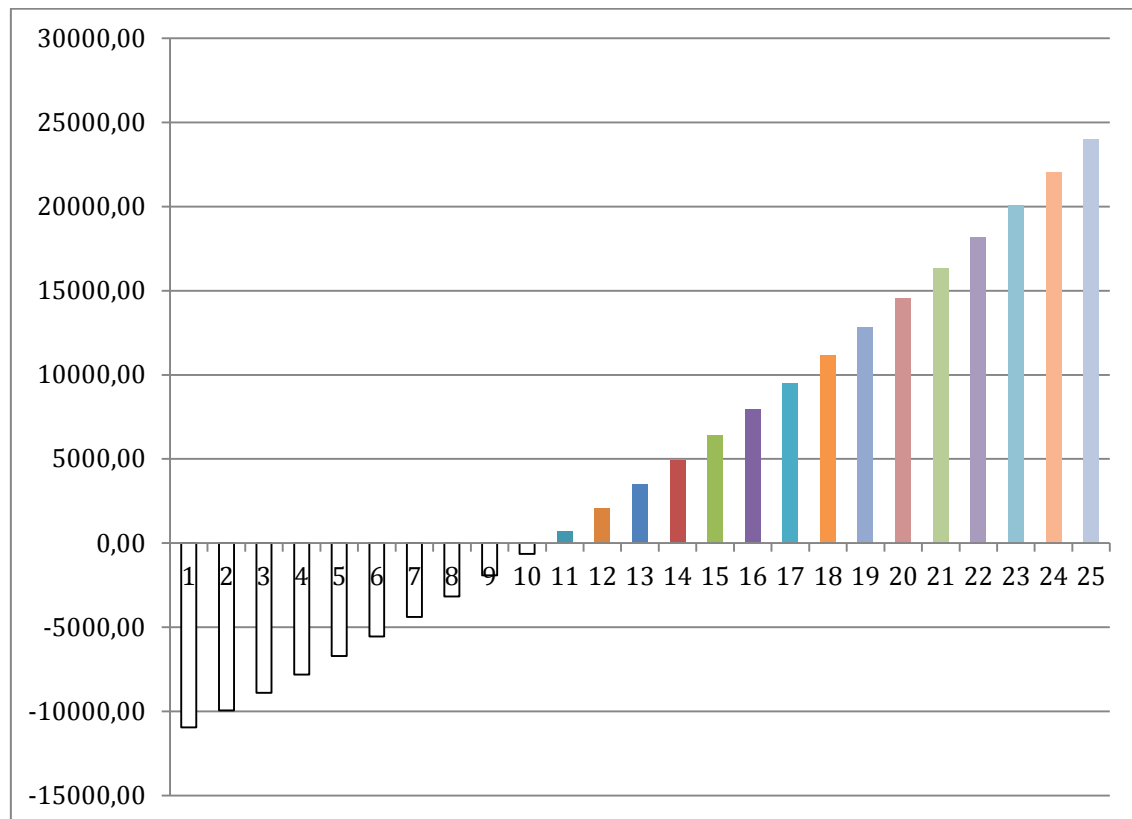


Figura 80. Gráfico de retorno de la inversión del caso1, escenario 1. Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, en este primer caso la inversión no se recuperaría hasta pasados los 11 años con una subida de luz del 2% y un aerogenerador BORNAY 1500.

ESCENARIO 2: SUBIDA DE UN 4% EN LA TARIFA

| 1 X BORNAY 1500 | AÑO | Energía total [kWh/año] | Energía autoconsumida + diferida [kWh/año] | Energía neta instantánea [kWh/año] | Tvar acceso [€/kWh] | Tfijo acceso [€/kWh] | Importe Tvar acceso [€] | Importe Tfijo acceso [€] | Total tarifa acceso [€] | Ahorros del balance neto [€] | ACUMULADO | PAYBACK |
|-----------------|-----|-------------------------|--|------------------------------------|---------------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------------|-------------------|------------|
| | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | -11927,45 | inversion inicial | -11927,454 |
| | 1 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,138658 | 1,824432 | -60,7760199 | 120,41 | 59,64 | 985,61 | 985,61 | -10941,84 |
| | 2 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,145591 | 1,915654 | -63,8148209 | 126,43 | 62,62 | 1034,89 | 2020,50 | -9906,95 |
| | 3 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,152870 | 2,011437 | -67,005562 | 132,75 | 65,75 | 1086,64 | 3107,14 | -8820,31 |
| | 4 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,160514 | 2,112009 | -70,3558401 | 139,39 | 69,04 | 1140,97 | 4248,11 | -7679,35 |
| | 5 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,168540 | 2,217609 | -73,8736321 | 146,36 | 72,49 | 1198,02 | 5446,12 | -6481,33 |
| | 6 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,176967 | 2,328490 | -77,5673137 | 153,68 | 76,11 | 1257,92 | 6704,04 | -5223,41 |
| | 7 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,185815 | 2,444914 | -81,4456794 | 161,36 | 79,92 | 1320,81 | 8024,86 | -3902,60 |
| | 8 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,195106 | 2,567160 | -85,5179633 | 169,43 | 83,91 | 1386,85 | 9411,71 | -2515,74 |
| | 9 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,204861 | 2,695518 | -89,7938615 | 177,90 | 88,11 | 1456,20 | 10867,91 | -1059,55 |
| | 10 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,215104 | 2,830294 | -94,2835546 | 186,80 | 92,52 | 1529,01 | 12396,91 | 469,46 |
| | 11 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,225859 | 2,971808 | -98,9977323 | 196,14 | 97,14 | 1605,46 | 14002,37 | 2074,92 |
| | 12 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,237152 | 3,120399 | -103,947619 | 205,95 | 102,00 | 1685,73 | 15688,10 | 3760,65 |
| | 13 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,249010 | 3,276419 | -109,145 | 216,24 | 107,10 | 1770,02 | 17458,12 | 5530,66 |
| | 14 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,261460 | 3,440240 | -114,60225 | 227,06 | 112,45 | 1858,52 | 19316,63 | 7389,18 |
| | 15 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,274533 | 3,612252 | -120,332362 | 238,41 | 118,08 | 1951,44 | 21268,08 | 9340,62 |
| | 16 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,288260 | 3,792864 | -126,34898 | 250,33 | 123,98 | 2049,02 | 23317,09 | 11389,64 |
| | 17 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,302673 | 3,982507 | -132,666429 | 262,85 | 130,18 | 2151,47 | 25468,56 | 13541,10 |
| | 18 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,317807 | 4,181633 | -139,299751 | 275,99 | 136,69 | 2259,04 | 27727,60 | 15800,14 |
| | 19 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,333697 | 4,390714 | -146,264739 | 289,79 | 143,52 | 2371,99 | 30099,59 | 18172,13 |
| | 20 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,350382 | 4,610250 | -153,577975 | 304,28 | 150,70 | 2490,59 | 32590,18 | 20662,72 |
| | 21 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,367901 | 4,840762 | -161,256874 | 319,49 | 158,23 | 2615,12 | 35205,30 | 23277,84 |
| | 22 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,386296 | 5,082801 | -169,319718 | 335,46 | 166,15 | 2745,88 | 37951,17 | 26023,72 |
| | 23 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,405611 | 5,336941 | -177,785704 | 352,24 | 174,45 | 2883,17 | 40834,34 | 28906,89 |
| | 24 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,425891 | 5,603788 | -186,674989 | 369,85 | 183,17 | 3027,33 | 43861,67 | 31934,22 |
| | 25 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,447186 | 5,883977 | -196,008738 | 388,34 | 192,33 | 3178,69 | 47040,37 | 35112,91 |

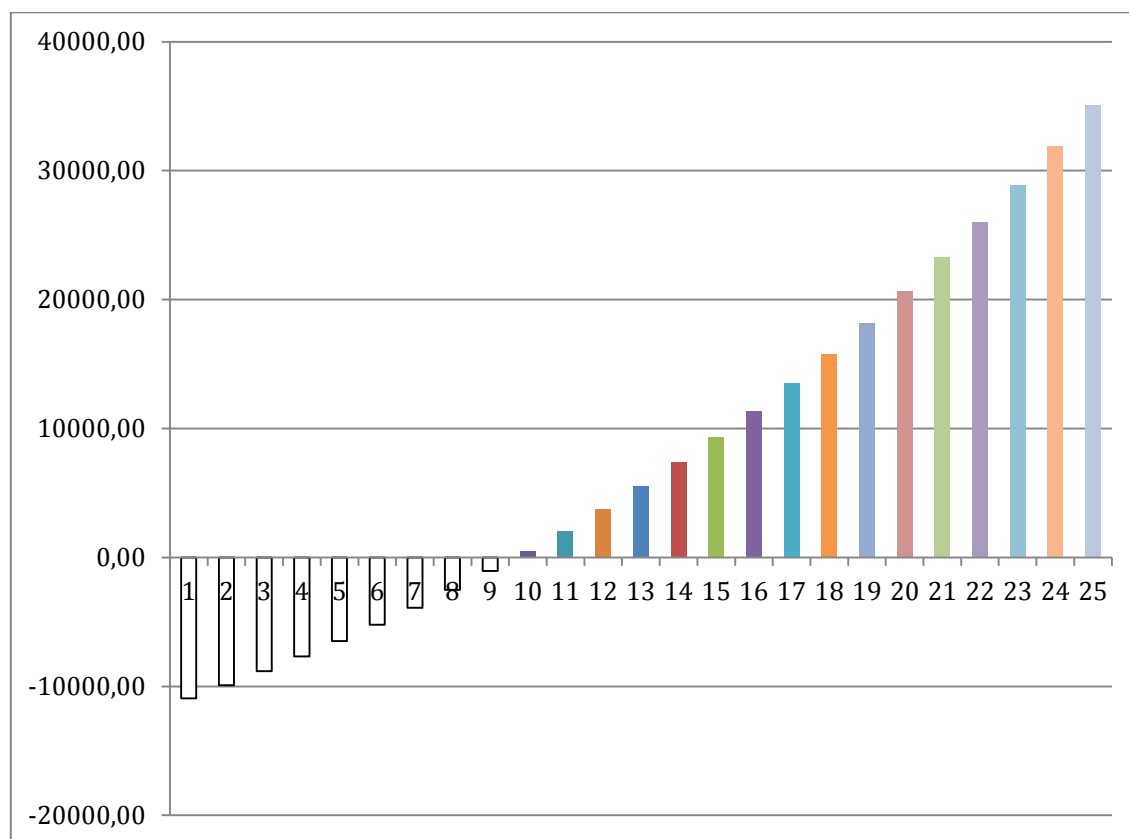


Figura 81. Gráfico de retorno de la inversión del caso1, escenario 2. Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, la inversión se recuperaría en 10 años para un escenario de subida de tarifa del 4% y un aerogenerador BORNAY 1500.

ESCENARIO 3: SUBIDA DE UN 7% EN LA TARIFA

| 1 X BORNAY 1500 | AÑO | Energía total [kWh/año] | Energía autoconsumida + diferida [kWh/año] | Energía neta instantánea [kWh/año] | Tvar acceso [€/kWh] | Tfijo acceso [€/kWh] | Importe Tvar acceso [€] | Importe Tfijo acceso [€] | Total tarifa acceso [€] | Ahorros del balance neto [€] | ACUMULAD O | PAYBACK |
|-----------------|-----|----------------------------|---|--|------------------------|-------------------------|-------------------------------|--------------------------------|----------------------------|------------------------------|-------------------|------------|
| | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | -11927,45 | inversión inicial | -11927,454 |
| | 1 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,138658 | 1,824432 | -60,7760199 | 120,41 | 59,64 | 985,61 | 985,61 | -10941,84 |
| | 2 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,152524 | 2,006876 | -66,8536219 | 132,45 | 65,60 | 1084,17 | 2069,78 | -9857,67 |
| | 3 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,167776 | 2,207563 | -73,5389841 | 145,70 | 72,16 | 1192,59 | 3262,37 | -8665,08 |
| | 4 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,184554 | 2,428320 | -80,8928825 | 160,27 | 79,38 | 1311,85 | 4574,22 | -7353,23 |
| | 5 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,203009 | 2,671152 | -88,9821708 | 176,30 | 87,31 | 1443,03 | 6017,26 | -5910,20 |
| | 6 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,223310 | 2,938267 | -97,8803879 | 193,93 | 96,05 | 1587,34 | 7604,59 | -4322,86 |
| | 7 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,245641 | 3,232093 | -107,668427 | 213,32 | 105,65 | 1746,07 | 9350,66 | -2576,79 |
| | 8 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,270205 | 3,555303 | -118,435269 | 234,65 | 116,21 | 1920,68 | 11271,34 | -656,11 |
| | 9 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,297226 | 3,910833 | -130,278796 | 258,11 | 127,84 | 2112,75 | 13384,09 | 1456,63 |
| | 10 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,326948 | 4,301916 | -143,306676 | 283,93 | 140,62 | 2324,02 | 15708,11 | 3780,65 |
| | 11 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,359643 | 4,732108 | -157,637343 | 312,32 | 154,68 | 2556,42 | 18264,53 | 6337,07 |
| | 12 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,395607 | 5,205319 | -173,401078 | 343,55 | 170,15 | 2812,06 | 21076,59 | 9149,14 |
| | 13 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,435168 | 5,725851 | -190,741186 | 377,91 | 187,16 | 3093,27 | 24169,86 | 12242,41 |
| | 14 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,478685 | 6,298436 | -209,815304 | 415,70 | 205,88 | 3402,60 | 27572,46 | 15645,01 |
| | 15 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,526554 | 6,928279 | -230,796835 | 457,27 | 226,47 | 3742,86 | 31315,32 | 19387,86 |
| | 16 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,579209 | 7,621107 | -253,876518 | 502,99 | 249,12 | 4117,14 | 35432,46 | 23505,01 |
| | 17 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,637130 | 8,383218 | -279,26417 | 553,29 | 274,03 | 4528,86 | 39961,32 | 28033,86 |
| | 18 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,700843 | 9,221540 | -307,190587 | 608,62 | 301,43 | 4981,74 | 44943,06 | 33015,61 |
| | 19 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,770927 | 10,143694 | -337,909645 | 669,48 | 331,57 | 5479,92 | 50422,98 | 38495,52 |
| | 20 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,848020 | 11,158063 | -371,70061 | 736,43 | 364,73 | 6027,91 | 56450,89 | 44523,43 |
| | 21 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 0,932822 | 12,273869 | -408,870671 | 810,08 | 401,20 | 6630,70 | 63081,59 | 51154,13 |
| | 22 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 1,026104 | 13,501256 | -449,757738 | 891,08 | 441,33 | 7293,77 | 70375,36 | 58447,90 |
| | 23 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 1,128714 | 14,851382 | -494,733512 | 980,19 | 485,46 | 8023,15 | 78398,50 | 66471,05 |
| | 24 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 1,241586 | 16,336520 | -544,206863 | 1078,21 | 534,00 | 8825,46 | 87223,96 | 75296,51 |
| | 25 | 7100 | 7538,316 | -438,316 | 1,365744 | 17,970172 | -598,627549 | 1186,03 | 587,40 | 9708,01 | 96931,97 | 85004,52 |

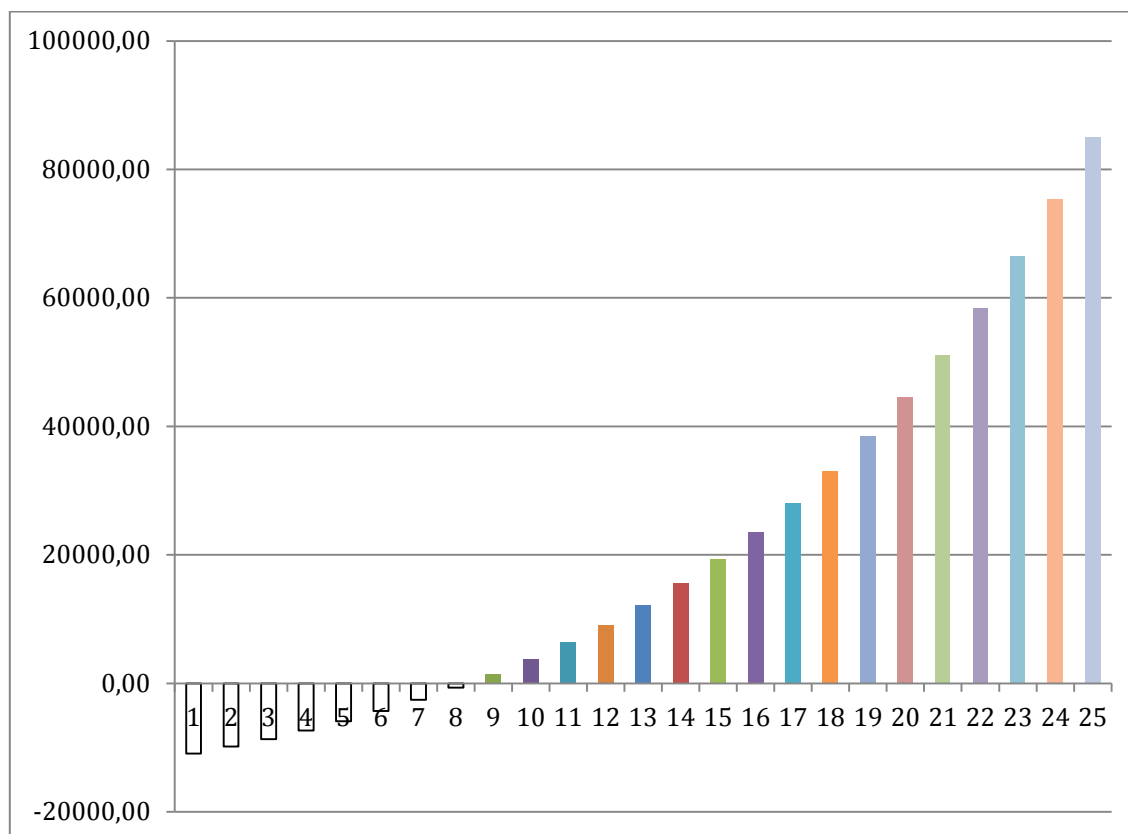


Figura 82. Gráfico de retorno de la inversión del caso1, escenario 3. Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, la inversión se recuperaría en 9 años para un escenario de subida de tarifa del 7% y un aerogenerador BORNAY 1500.

7.3. CASO 3: 4 AEROGENERADORES UGE 1K (EDDY GT)

Estos dos últimos casos son los de los aerogeneradores verticales.

- PRESUPUESTO

| | |
|---|--------------------|
| 4 x UGE 1K (EDDY GT) | 42000 € |
| 4 x TORRE 5,5 M PARA INSTALACIÓN EN CUBIERTA | 2000 € |
| PVI Wind Interfaces 4000 + INVERSOR AURORA WIND PVI 3.6 | |
| TL OUT TD | 1700 € |
| ESTUDIO E INSTALACIÓN | 3040 € |
| CABLEADO | 1288,4 € |
| TOTAL (SIN IVA) | 50028,4 € |
| TOTAL (IVA INCL.) | 60534,364 € |

ESCENARIO 1: SUBIDA DE UN 2% EN LA TARIFA

| 4 X UGE 1K | AÑO | Energía total [kWh/año] | Energía autoconsumi da + diferida [kWh/año] | Energía neta instantanea [kWh/año] | Tvar acceso [€/kWh] | Tfijo acceso [€/kWh] | Importe Tvar acceso [€] | Importe Tfijo acceso [€] | Total tarifa acceso [€] | Ahorros del balance neto [€] | ACUMULADO | PAYBACK |
|------------|-----|----------------------------|--|--|------------------------|-------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------------------------|-------------------|------------|
| | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | -60534,36 | inversion inicial | -60534,364 |
| | 1 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,138658 | 1,824432 | 50,28792881 | 120,41 | 170,70 | 763,48 | 763,48 | -59770,88 |
| | 2 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,142818 | 1,879165 | 51,79656667 | 124,02 | 175,82 | 786,39 | 1549,87 | -58984,49 |
| | 3 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,147102 | 1,935540 | 53,35046367 | 127,75 | 181,10 | 809,98 | 2359,85 | -58174,51 |
| | 4 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,151515 | 1,993607 | 54,95097758 | 131,58 | 186,53 | 834,28 | 3194,13 | -57340,23 |
| | 5 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,156061 | 2,053415 | 56,59950691 | 135,53 | 192,12 | 859,31 | 4053,44 | -56480,93 |
| | 6 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,160743 | 2,115017 | 58,29749212 | 139,59 | 197,89 | 885,09 | 4938,52 | -55595,84 |
| | 7 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,165565 | 2,178468 | 60,04641688 | 143,78 | 203,83 | 911,64 | 5850,16 | -54684,20 |
| | 8 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,170532 | 2,243822 | 61,84780939 | 148,09 | 209,94 | 938,99 | 6789,15 | -53745,21 |
| | 9 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,175648 | 2,311136 | 63,70324367 | 152,54 | 216,24 | 967,16 | 7756,31 | -52778,06 |
| | 10 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,180917 | 2,380471 | 65,61434098 | 157,11 | 222,73 | 996,17 | 8752,48 | -51781,88 |
| | 11 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,186345 | 2,451885 | 67,58277121 | 161,82 | 229,41 | 1026,06 | 9778,54 | -50755,82 |
| | 12 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,191935 | 2,525441 | 69,61025434 | 166,68 | 236,29 | 1056,84 | 10835,38 | -49698,99 |
| | 13 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,197693 | 2,601204 | 71,69856197 | 171,68 | 243,38 | 1088,54 | 11923,92 | -48610,44 |
| | 14 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,203624 | 2,679241 | 73,84951883 | 176,83 | 250,68 | 1121,20 | 13045,12 | -47489,24 |
| | 15 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,209733 | 2,759618 | 76,0650044 | 182,13 | 258,20 | 1154,84 | 14199,96 | -46334,40 |
| | 16 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,216025 | 2,842406 | 78,34695453 | 187,60 | 265,95 | 1189,48 | 15389,44 | -45144,92 |
| | 17 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,222505 | 2,927679 | 80,69736317 | 193,23 | 273,92 | 1225,17 | 16614,61 | -43919,75 |
| | 18 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,229181 | 3,015509 | 83,11828406 | 199,02 | 282,14 | 1261,92 | 17876,53 | -42657,83 |
| | 19 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,236056 | 3,105974 | 85,61183258 | 204,99 | 290,61 | 1299,78 | 19176,31 | -41358,05 |
| | 20 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,243138 | 3,199153 | 88,18018756 | 211,14 | 299,32 | 1338,77 | 20515,08 | -40019,28 |
| | 21 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,250432 | 3,295128 | 90,82559319 | 217,48 | 308,30 | 1378,94 | 21894,02 | -38640,34 |
| | 22 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,257945 | 3,393982 | 93,55036098 | 224,00 | 317,55 | 1420,30 | 23314,32 | -37220,04 |
| | 23 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,265683 | 3,495801 | 96,35687181 | 230,72 | 327,08 | 1462,91 | 24777,24 | -35757,13 |
| | 24 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,273654 | 3,600675 | 99,24757797 | 237,64 | 336,89 | 1506,80 | 26284,04 | -34250,33 |
| | 25 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,281863 | 3,708696 | 102,2250053 | 244,77 | 347,00 | 1552,00 | 27836,04 | -32698,32 |

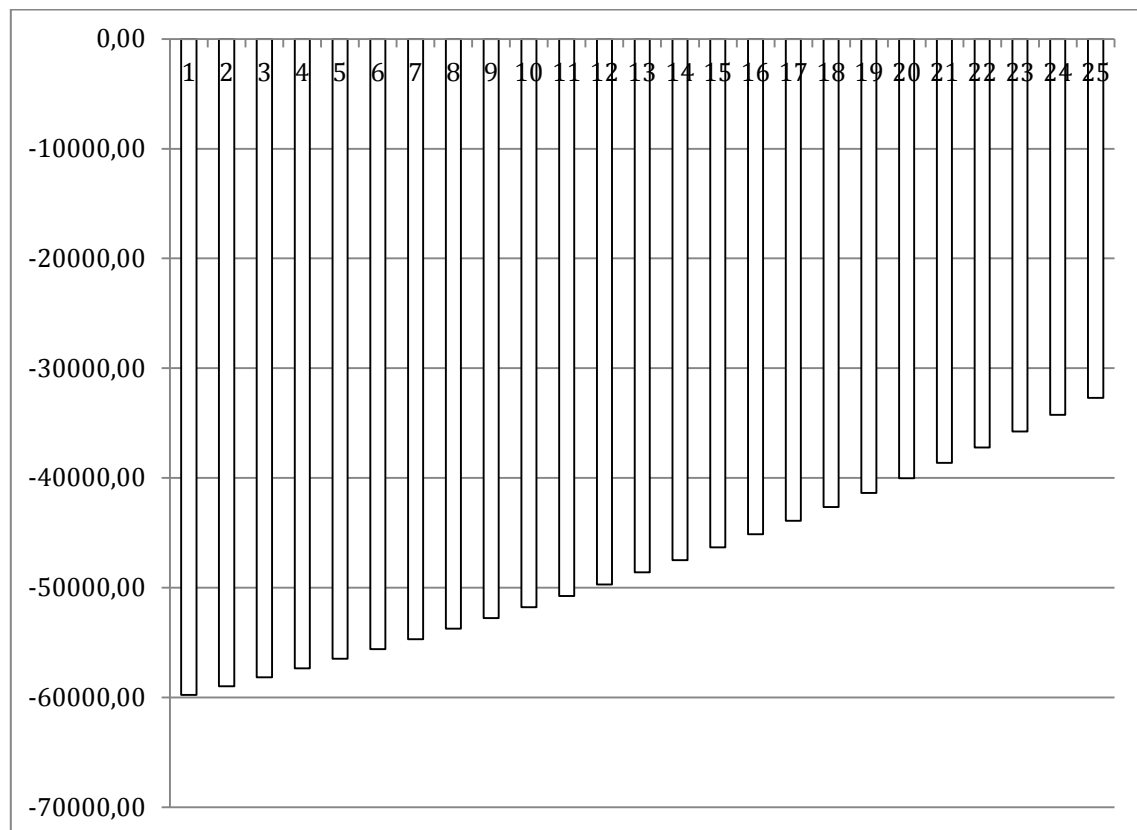


Figura 83. Gráfico de retorno de la inversión del caso3, escenario 1. Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, la inversión sería irrecuperable para un escenario de subida de tarifa del 2% y cuatro aerogeneradores UGE 1K. Se ha considerado la vida útil de estos aerogeneradores de 25 años y como se puede observar, en ningún momento se ha recuperado la inversión en este período.

ESCENARIO 2: SUBIDA DE UN 4% EN LA TARIFA

| 4 X UGE 1K | AÑO | Energía total [kWh/año] | Energía autoconsumida + diferida [kWh/año] | Energía neta instantánea [kWh/año] | Tvar acceso [€/kWh] | Tfijo acceso [€/kWh] | Importe Tvar acceso [€] | Importe Tfijo acceso [€] | Total tarifa acceso [€] | Ahorros del balance neto [€] | ACUMULADO | PAYBACK |
|------------|-----|-------------------------|--|------------------------------------|---------------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------------|-------------------|------------|
| | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | -60534,36 | inversion inicial | -60534,364 |
| | 1 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,138658 | 1,824432 | 50,2879288 | 120,41 | 170,70 | 763,48 | 763,48 | -59770,88 |
| | 2 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,145591 | 1,915654 | 52,8023252 | 126,43 | 179,24 | 801,66 | 1565,14 | -58969,22 |
| | 3 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,152870 | 2,011437 | 55,4424415 | 132,75 | 188,20 | 841,74 | 2406,88 | -58127,48 |
| | 4 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,160514 | 2,112009 | 58,2145636 | 139,39 | 197,61 | 883,83 | 3290,71 | -57243,66 |
| | 5 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,168540 | 2,217609 | 61,1252918 | 146,36 | 207,49 | 928,02 | 4218,73 | -56315,64 |
| | 6 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,176967 | 2,328490 | 64,1815564 | 153,68 | 217,86 | 974,42 | 5193,15 | -55341,22 |
| | 7 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,185815 | 2,444914 | 67,3906342 | 161,36 | 228,75 | 1023,14 | 6216,29 | -54318,08 |
| | 8 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,195106 | 2,567160 | 70,7601659 | 169,43 | 240,19 | 1074,30 | 7290,59 | -53243,78 |
| | 9 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,204861 | 2,695518 | 74,2981742 | 177,90 | 252,20 | 1128,01 | 8418,60 | -52115,77 |
| | 10 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,215104 | 2,830294 | 78,0130829 | 186,80 | 264,81 | 1184,41 | 9603,01 | -50931,35 |
| | 11 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,225859 | 2,971808 | 81,913737 | 196,14 | 278,05 | 1243,63 | 10846,65 | -49687,72 |
| | 12 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,237152 | 3,120399 | 86,0094239 | 205,95 | 291,96 | 1305,82 | 12152,46 | -48381,90 |
| | 13 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,249010 | 3,276419 | 90,3098951 | 216,24 | 306,55 | 1371,11 | 13523,57 | -47010,80 |
| | 14 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,261460 | 3,440240 | 94,8253898 | 227,06 | 321,88 | 1439,66 | 14963,23 | -45571,13 |
| | 15 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,274533 | 3,612252 | 99,5666593 | 238,41 | 337,98 | 1511,64 | 16474,88 | -44059,49 |
| | 16 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,288260 | 3,792864 | 104,544992 | 250,33 | 354,87 | 1587,23 | 18062,10 | -42472,26 |
| | 17 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,302673 | 3,982507 | 109,772242 | 262,85 | 372,62 | 1666,59 | 19728,69 | -40805,67 |
| | 18 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,317807 | 4,181633 | 115,260854 | 275,99 | 391,25 | 1749,92 | 21478,61 | -39055,76 |
| | 19 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,333697 | 4,390714 | 121,023897 | 289,79 | 410,81 | 1837,41 | 23316,02 | -37218,34 |
| | 20 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,350382 | 4,610250 | 127,075092 | 304,28 | 431,35 | 1929,28 | 25245,31 | -35289,06 |
| | 21 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,367901 | 4,840762 | 133,428846 | 319,49 | 452,92 | 2025,75 | 27271,06 | -33263,31 |
| | 22 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,386296 | 5,082801 | 140,100288 | 335,46 | 475,57 | 2127,04 | 29398,09 | -31136,27 |
| | 23 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,405611 | 5,336941 | 147,105303 | 352,24 | 499,34 | 2233,39 | 31631,48 | -28902,88 |
| | 24 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,425891 | 5,603788 | 154,460568 | 369,85 | 524,31 | 2345,06 | 33976,54 | -26557,83 |
| | 25 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,447186 | 5,883977 | 162,183596 | 388,34 | 550,53 | 2462,31 | 36438,85 | -24095,52 |

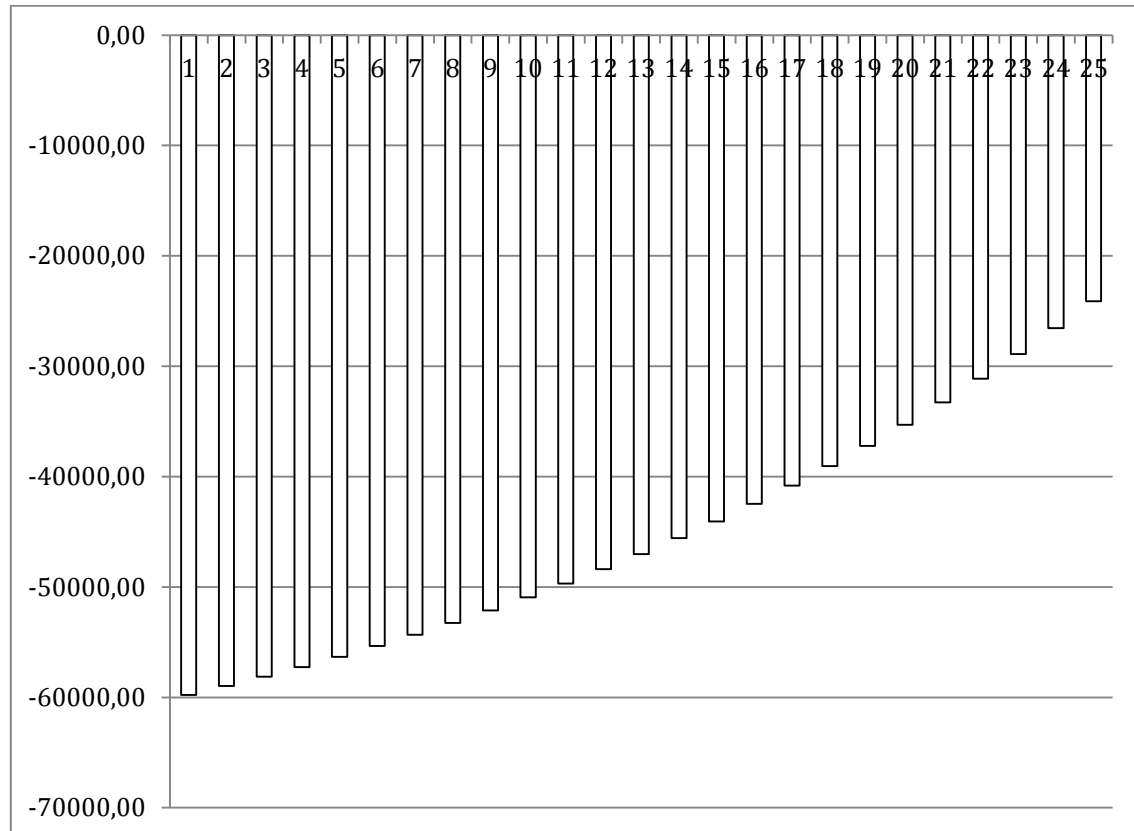


Figura 84. Gráfico de retorno de la inversión del caso 3, escenario 2. Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, al igual que en el caso anterior la inversión sería irrecuperable para un escenario de subida de tarifa del 4% y cuatro aerogeneradores UGE 1K. Se ha considerado la vida útil de estos aerogeneradores de 25 años y como se puede observar, en ningún momento se ha recuperado la inversión en este período.

ESCENARIO 3: SUBIDA DE UN 7% EN LA TARIFA

| 4 X UGE 1K | AÑO | Energía total [kWh/año] | Energía autoconsumida + diferida [kWh/año] | Energía neta instantánea [kWh/año] | Tvar acceso [€/kWh] | Tfijo acceso [€/kWh] | Importe Tvar acceso [€] | Importe Tfijo acceso [€] | Total tarifa acceso [€] | Ahorros del balance neto [€] | ACUMULAD O | PAYBACK |
|------------|-----|----------------------------|---|--|------------------------|-------------------------|-------------------------------|--------------------------------|----------------------------|------------------------------|-----------------|------------|
| | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | -60534,36 | nversion inicia | -60534,364 |
| | 1 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,138658 | 1,824432 | 50,2879288 | 120,41 | 170,70 | 763,48 | 763,48 | -59770,88 |
| | 2 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,152524 | 2,006876 | 55,3167217 | 132,45 | 187,77 | 839,83 | 1603,32 | -58931,05 |
| | 3 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,167776 | 2,207563 | 60,8483939 | 145,70 | 206,55 | 923,81 | 2527,13 | -58007,23 |
| | 4 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,184554 | 2,428320 | 66,9332332 | 160,27 | 227,20 | 1016,20 | 3543,33 | -56991,04 |
| | 5 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,203009 | 2,671152 | 73,6265566 | 176,30 | 249,92 | 1117,82 | 4661,14 | -55873,22 |
| | 6 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,223310 | 2,938267 | 80,9892122 | 193,93 | 274,91 | 1229,60 | 5890,74 | -54643,62 |
| | 7 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,245641 | 3,232093 | 89,0881334 | 213,32 | 302,41 | 1352,56 | 7243,30 | -53291,07 |
| | 8 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,270205 | 3,555303 | 97,9969468 | 234,65 | 332,65 | 1487,81 | 8731,11 | -51803,25 |
| | 9 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,297226 | 3,910833 | 107,796641 | 258,11 | 365,91 | 1636,59 | 10367,71 | -50166,66 |
| | 10 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,326948 | 4,301916 | 118,576306 | 283,93 | 402,50 | 1800,25 | 12167,96 | -48366,40 |
| | 11 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,359643 | 4,732108 | 130,433936 | 312,32 | 442,75 | 1980,28 | 14148,24 | -46386,13 |
| | 12 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,395607 | 5,205319 | 143,47733 | 343,55 | 487,03 | 2178,31 | 16326,55 | -44207,82 |
| | 13 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,435168 | 5,725851 | 157,825063 | 377,91 | 535,73 | 2396,14 | 18722,68 | -41811,68 |
| | 14 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,478685 | 6,298436 | 173,607569 | 415,70 | 589,30 | 2635,75 | 21358,44 | -39175,93 |
| | 15 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,526554 | 6,928279 | 190,968326 | 457,27 | 648,23 | 2899,33 | 24257,76 | -36276,60 |
| | 16 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,579209 | 7,621107 | 210,065159 | 502,99 | 713,06 | 3189,26 | 27447,02 | -33087,34 |
| | 17 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,637130 | 8,383218 | 231,071674 | 553,29 | 784,36 | 3508,19 | 30955,21 | -29579,16 |
| | 18 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,700843 | 9,221540 | 254,178842 | 608,62 | 862,80 | 3859,00 | 34814,21 | -25720,15 |
| | 19 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,770927 | 10,143694 | 279,596726 | 669,48 | 949,08 | 4244,90 | 39059,12 | -21475,25 |
| | 20 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,848020 | 11,158063 | 307,556399 | 736,43 | 1043,99 | 4669,40 | 43728,51 | -16805,85 |
| | 21 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 0,932822 | 12,273869 | 338,312039 | 810,08 | 1148,39 | 5136,33 | 48864,85 | -11669,52 |
| | 22 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 1,026104 | 13,501256 | 372,143242 | 891,08 | 1263,23 | 5649,97 | 54514,81 | -6019,55 |
| | 23 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 1,128714 | 14,851382 | 409,357567 | 980,19 | 1389,55 | 6214,96 | 60729,78 | 195,41 |
| | 24 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 1,241586 | 16,336520 | 450,293323 | 1078,21 | 1528,50 | 6836,46 | 67566,24 | 7031,88 |
| | 25 | 7100 | 6737,324 | 362,676 | 1,365744 | 17,970172 | 495,322656 | 1186,03 | 1681,35 | 7520,11 | 75086,35 | 14551,98 |

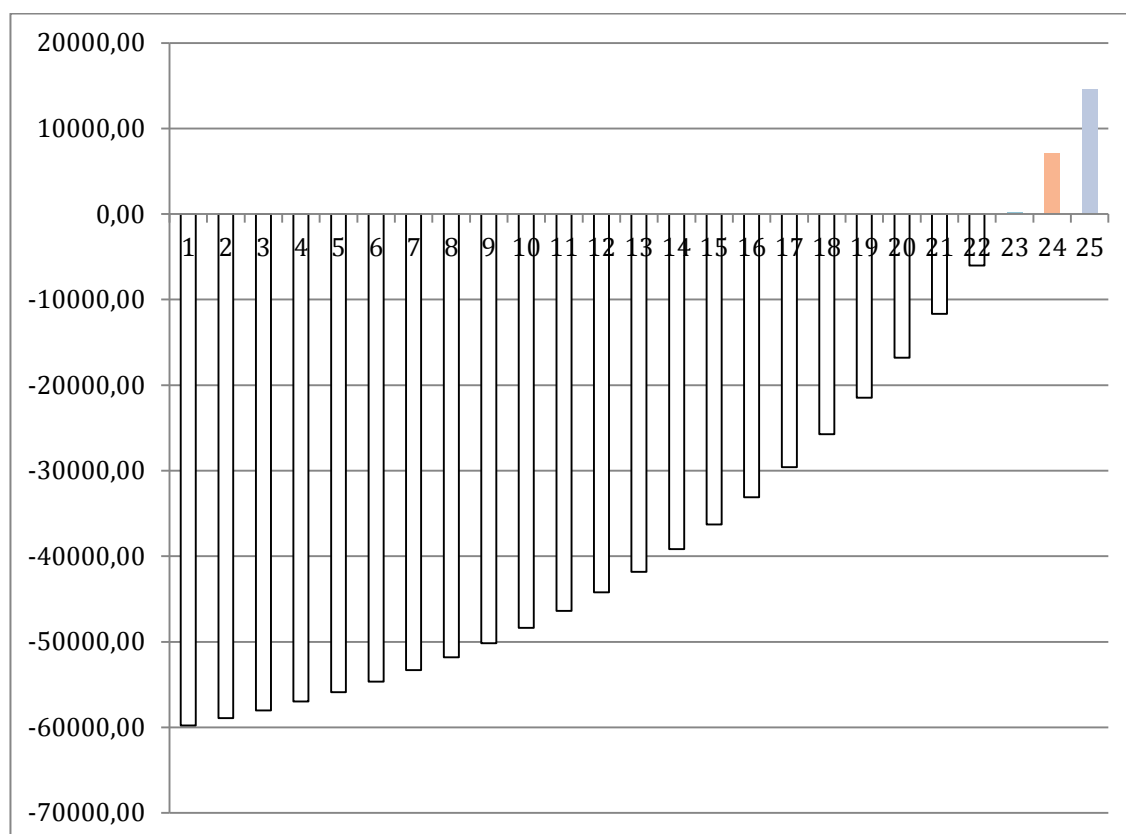


Figura 85. Gráfico de retorno de la inversión del caso 3, escenario 3. Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, la inversión sería recuperable para un escenario de subida de tarifa del 7% y cuatro aerogeneradores UGE 1K a los 23 años.

7.4. CASO 4: 1 AEROGENERADOR UGE 4K

- PRESUPUESTO

| | |
|---|--------------------|
| 1 x UGE 4K | 21500 € |
| TORRE 5,5 M PARA INSTALACIÓN EN CUBIERTA | 500 € |
| PVI Wind Interfaces 4000 + INVERSOR AURORA WIND PVI 3.6 | |
| TL OUT TD | 1700 € |
| ESTUDIO E INSTALACIÓN | 850 € |
| CABLEADO | 678,4 € |
| TOTAL (SIN IVA) | 25228,4 € |
| TOTAL (IVA INCL.) | 30526,364 € |

ESCENARIO 1: SUBIDA DE UN 2% EN LA TARIFA

| 1 X UGE 4K | AÑO | Energía total [kWh/año] | Energía autoconsumi da + diferida [kWh/año] | Energía neta instantanea [kWh/año] | Tvar acceso [€/kWh] | Tfijo acceso [€/kWh] | Importe Tvar acceso [€] | Importe Tfijo acceso [€] | Total tarifa acceso [€] | Ahorros del balance neto [€] | ACUMULADO | PAYBACK |
|------------|-----|----------------------------|--|--|------------------------|-------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------------------------|-------------------|------------|
| | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | -30526,36 | inversion inicial | -30526,364 |
| | 1 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,138658 | 1,824432 | 67,80556455 | 120,41 | 188,22 | 728,45 | 728,45 | -29797,92 |
| | 2 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,142818 | 1,879165 | 69,83973149 | 124,02 | 193,86 | 750,30 | 1478,75 | -29047,61 |
| | 3 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,147102 | 1,935540 | 71,93492344 | 127,75 | 199,68 | 772,81 | 2251,56 | -28274,80 |
| | 4 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,151515 | 1,993607 | 74,09297114 | 131,58 | 205,67 | 795,99 | 3047,56 | -27478,81 |
| | 5 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,156061 | 2,053415 | 76,31576027 | 135,53 | 211,84 | 819,87 | 3867,43 | -26658,93 |
| | 6 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,160743 | 2,115017 | 78,60523308 | 139,59 | 218,20 | 844,47 | 4711,90 | -25814,46 |
| | 7 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,165565 | 2,178468 | 80,96339007 | 143,78 | 224,74 | 869,81 | 5581,71 | -24944,66 |
| | 8 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,170532 | 2,243822 | 83,39229178 | 148,09 | 231,48 | 895,90 | 6477,61 | -24048,76 |
| | 9 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,175648 | 2,311136 | 85,89406053 | 152,54 | 238,43 | 922,78 | 7400,38 | -23125,98 |
| | 10 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,180917 | 2,380471 | 88,47088234 | 157,11 | 245,58 | 950,46 | 8350,84 | -22175,52 |
| | 11 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,186345 | 2,451885 | 91,12500881 | 161,82 | 252,95 | 978,97 | 9329,81 | -21196,55 |
| | 12 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,191935 | 2,525441 | 93,85875908 | 166,68 | 260,54 | 1008,34 | 10338,16 | -20188,21 |
| | 13 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,197693 | 2,601204 | 96,67452185 | 171,68 | 268,35 | 1038,59 | 11376,75 | -19149,61 |
| | 14 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,203624 | 2,679241 | 99,57475751 | 176,83 | 276,40 | 1069,75 | 12446,50 | -18079,86 |
| | 15 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,209733 | 2,759618 | 102,5620002 | 182,13 | 284,70 | 1101,84 | 13548,34 | -16978,02 |
| | 16 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,216025 | 2,842406 | 105,6388602 | 187,60 | 293,24 | 1134,90 | 14683,24 | -15843,12 |
| | 17 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,222505 | 2,927679 | 108,808026 | 193,23 | 302,03 | 1168,95 | 15852,19 | -14674,18 |
| | 18 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,229181 | 3,015509 | 112,0722668 | 199,02 | 311,10 | 1204,01 | 17056,20 | -13470,16 |
| | 19 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,236056 | 3,105974 | 115,4344348 | 204,99 | 320,43 | 1240,13 | 18296,34 | -12230,03 |
| | 20 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,243138 | 3,199153 | 118,8974679 | 211,14 | 330,04 | 1277,34 | 19573,67 | -10952,69 |
| | 21 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,250432 | 3,295128 | 122,4643919 | 217,48 | 339,94 | 1315,66 | 20889,33 | -9637,03 |
| | 22 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,257945 | 3,393982 | 126,1383237 | 224,00 | 350,14 | 1355,13 | 22244,46 | -8281,90 |
| | 23 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,265683 | 3,495801 | 129,9224734 | 230,72 | 360,65 | 1395,78 | 23640,24 | -6886,12 |
| | 24 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,273654 | 3,600675 | 133,8201476 | 237,64 | 371,46 | 1437,66 | 25077,90 | -5448,47 |
| | 25 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,281863 | 3,708696 | 137,834752 | 244,77 | 382,61 | 1480,79 | 26558,68 | -3967,68 |

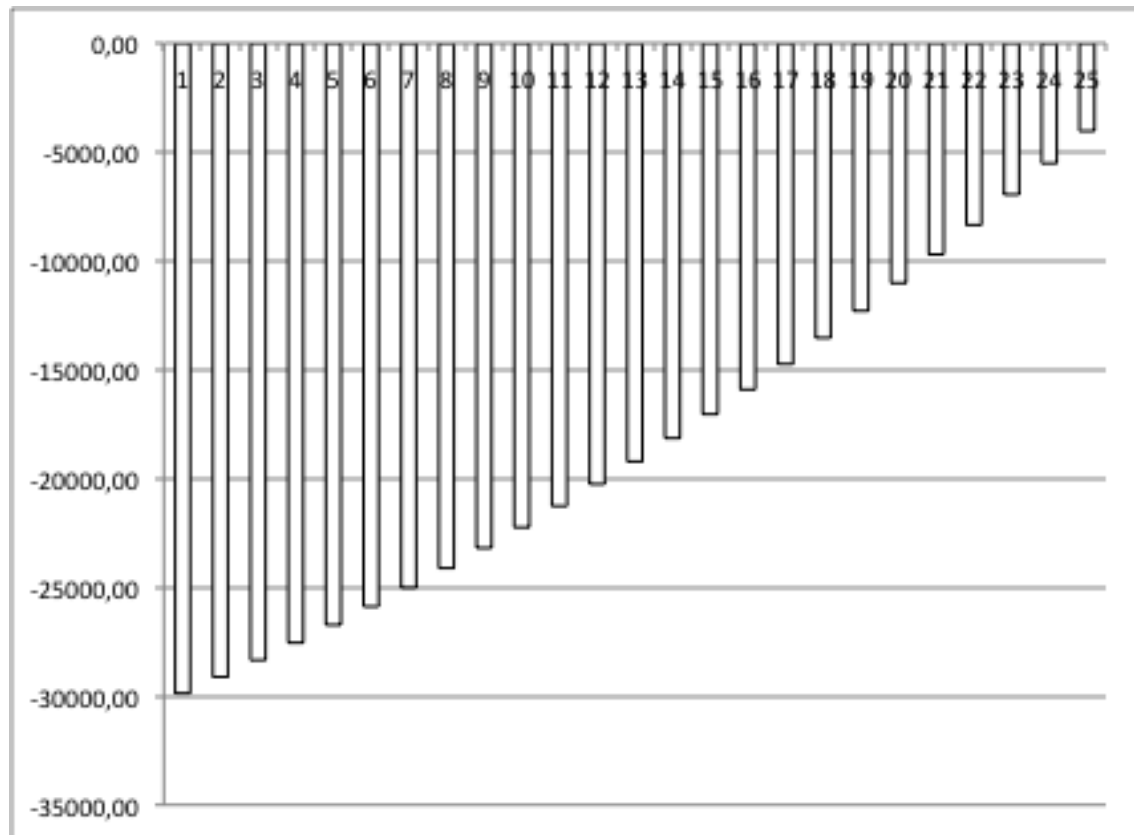


Figura 86. Gráfico de retorno de la inversión del caso 4, escenario 1. Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, al igual que en el caso anterior la inversión sería irrecuperable para un escenario de subida de tarifa del 2% y un aerogenerador UGE 4K. Se ha considerado la vida útil de estos aerogeneradores de 25 años y como se puede observar, en ningún momento se ha recuperado la inversión en este período.

ESCENARIO 2: SUBIDA DE UN 4% EN LA TARIFA

| 1 X UGE 4K | AÑO | Energía total [kWh/año] | Energía autoconsumida + diferida [kWh/año] | Energía neta instantánea [kWh/año] | Tvar acceso [€/kWh] | Tfijo acceso [€/kWh] | Importe Tvar acceso [€] | Importe Tfijo acceso [€] | Total tarifa acceso [€] | Ahorros del balance neto [€] | ACUMULADO | PAYBACK |
|------------|-----|----------------------------|--|---------------------------------------|------------------------|-------------------------|----------------------------|-----------------------------|-------------------------|------------------------------|-------------------|------------|
| | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | -30526,36 | inversion inicial | -30526,364 |
| | 1 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,138658 | 1,824432 | 67,8055646 | 120,41 | 188,22 | 728,45 | 728,45 | -29797,92 |
| | 2 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,145591 | 1,915654 | 71,1958428 | 126,43 | 197,63 | 764,87 | 1493,32 | -29033,05 |
| | 3 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,152870 | 2,011437 | 74,7556349 | 132,75 | 207,51 | 803,11 | 2296,43 | -28229,93 |
| | 4 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,160514 | 2,112009 | 78,4934167 | 139,39 | 217,89 | 843,27 | 3139,70 | -27386,66 |
| | 5 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,168540 | 2,217609 | 82,4180875 | 146,36 | 228,78 | 885,43 | 4025,14 | -26501,23 |
| | 6 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,176967 | 2,328490 | 86,5389919 | 153,68 | 240,22 | 929,70 | 4954,84 | -25571,52 |
| | 7 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,185815 | 2,444914 | 90,8659415 | 161,36 | 252,23 | 976,19 | 5931,03 | -24595,33 |
| | 8 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,195106 | 2,567160 | 95,4092385 | 169,43 | 264,84 | 1025,00 | 6956,03 | -23570,33 |
| | 9 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,204861 | 2,695518 | 100,1797 | 177,90 | 278,08 | 1076,25 | 8032,28 | -22494,08 |
| | 10 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,215104 | 2,830294 | 105,188685 | 186,80 | 291,99 | 1130,06 | 9162,34 | -21364,02 |
| | 11 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,225859 | 2,971808 | 110,44812 | 196,14 | 306,59 | 1186,57 | 10348,91 | -20177,46 |
| | 12 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,237152 | 3,120399 | 115,970526 | 205,95 | 321,92 | 1245,89 | 11594,80 | -18931,56 |
| | 13 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,249010 | 3,276419 | 121,769052 | 216,24 | 338,01 | 1308,19 | 12902,99 | -17623,37 |
| | 14 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,261460 | 3,440240 | 127,857505 | 227,06 | 354,91 | 1373,60 | 14276,59 | -16249,78 |
| | 15 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,274533 | 3,612252 | 134,25038 | 238,41 | 372,66 | 1442,28 | 15718,86 | -14807,50 |
| | 16 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,288260 | 3,792864 | 140,962899 | 250,33 | 391,29 | 1514,39 | 17233,26 | -13293,11 |
| | 17 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,302673 | 3,982507 | 148,011044 | 262,85 | 410,86 | 1590,11 | 18823,37 | -11703,00 |
| | 18 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,317807 | 4,181633 | 155,411596 | 275,99 | 431,40 | 1669,62 | 20492,98 | -10033,38 |
| | 19 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,333697 | 4,390714 | 163,182176 | 289,79 | 452,97 | 1753,10 | 22246,08 | -8280,28 |
| | 20 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,350382 | 4,610250 | 171,341285 | 304,28 | 475,62 | 1840,75 | 24086,83 | -6439,53 |
| | 21 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,367901 | 4,840762 | 179,908349 | 319,49 | 499,40 | 1932,79 | 26019,62 | -4506,74 |
| | 22 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,386296 | 5,082801 | 188,903766 | 335,46 | 524,37 | 2029,43 | 28049,05 | -2477,31 |
| | 23 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,405611 | 5,336941 | 198,348955 | 352,24 | 550,59 | 2130,90 | 30179,95 | -346,41 |
| | 24 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,425891 | 5,603788 | 208,266402 | 369,85 | 578,12 | 2237,45 | 32417,40 | 1891,03 |
| | 25 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,447186 | 5,883977 | 218,679722 | 388,34 | 607,02 | 2349,32 | 34766,72 | 4240,35 |

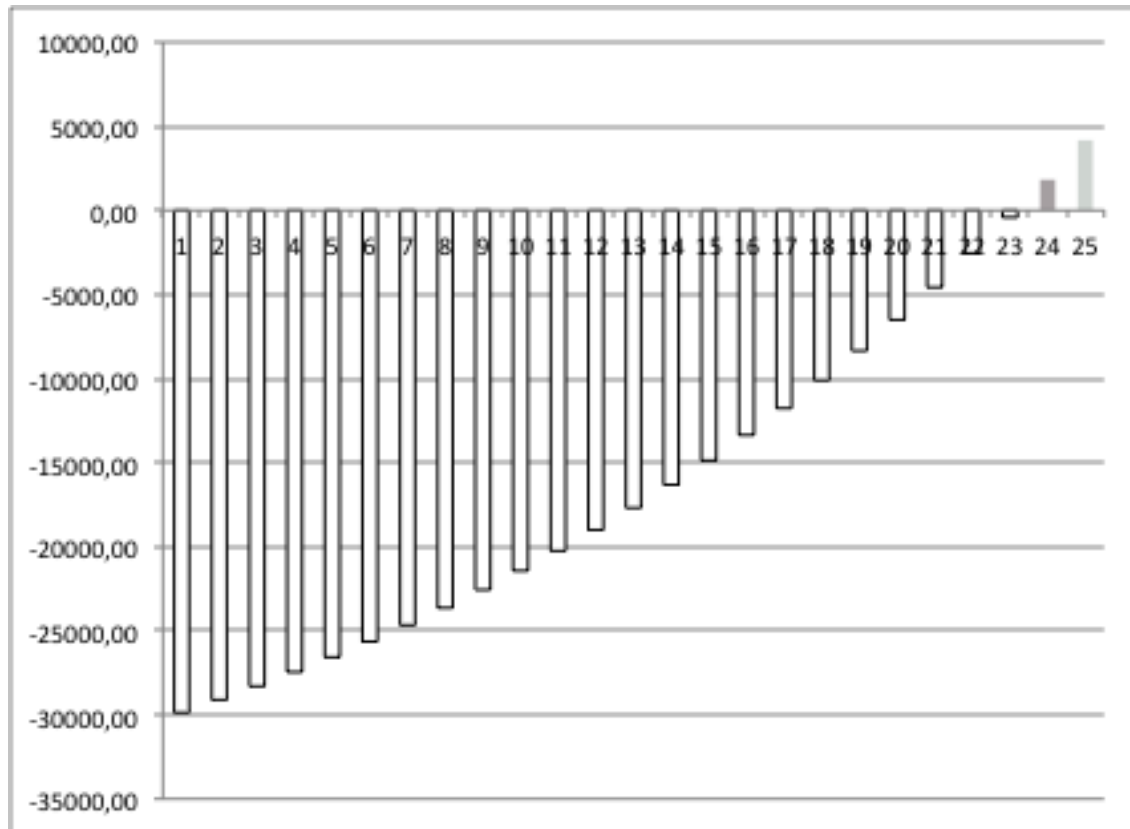


Figura 87. Gráfico de retorno de la inversión del caso 4, escenario 2. Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, la inversión sería recuperable para un escenario de subida de tarifa del 4% y un aerogenerador UGE 4K a los 24 años.

ESCENARIO 3: SUBIDA DE UN 7% EN LA TARIFA

| 1 X UGE 4K | AÑO | Energía total [kWh/año] | Energía autoconsumida + diferida [kWh/año] | Energía neta instantánea [kWh/año] | Tvar acceso [€/kWh] | Tfijo acceso [€/kWh] | Importe Tvar acceso [€] | Importe Tfijo acceso [€] | Total tarifa acceso [€] | Ahorros del balance neto [€] | ACUMULAD O | PAYBACK |
|------------|-----|----------------------------|---|--|------------------------|-------------------------|-------------------------------|--------------------------------|----------------------------|------------------------------|-----------------|------------|
| | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | -30526,36 | nversion inicia | -30526,364 |
| | 1 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,138658 | 1,824432 | 67,8055646 | 120,41 | 188,22 | 728,45 | 728,45 | -29797,92 |
| | 2 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,152524 | 2,006876 | 74,586121 | 132,45 | 207,04 | 801,29 | 1529,74 | -28996,62 |
| | 3 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,167776 | 2,207563 | 82,0447331 | 145,70 | 227,74 | 881,42 | 2411,16 | -28115,20 |
| | 4 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,184554 | 2,428320 | 90,2492064 | 160,27 | 250,52 | 969,56 | 3380,73 | -27145,64 |
| | 5 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,203009 | 2,671152 | 99,2741271 | 176,30 | 275,57 | 1066,52 | 4447,25 | -26079,12 |
| | 6 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,223310 | 2,938267 | 109,20154 | 193,93 | 303,13 | 1173,17 | 5620,42 | -24905,94 |
| | 7 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,245641 | 3,232093 | 120,121694 | 213,32 | 333,44 | 1290,49 | 6910,91 | -23615,45 |
| | 8 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,270205 | 3,555303 | 132,133863 | 234,65 | 366,78 | 1419,54 | 8330,45 | -22195,91 |
| | 9 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,297226 | 3,910833 | 145,347249 | 258,11 | 403,46 | 1561,49 | 9891,94 | -20634,42 |
| | 10 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,326948 | 4,301916 | 159,881974 | 283,93 | 443,81 | 1717,64 | 11609,59 | -18916,78 |
| | 11 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,359643 | 4,732108 | 175,870172 | 312,32 | 488,19 | 1889,41 | 13498,99 | -17027,37 |
| | 12 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,395607 | 5,205319 | 193,457189 | 343,55 | 537,01 | 2078,35 | 15577,34 | -14949,02 |
| | 13 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,435168 | 5,725851 | 212,802908 | 377,91 | 590,71 | 2286,18 | 17863,52 | -12662,84 |
| | 14 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,478685 | 6,298436 | 234,083199 | 415,70 | 649,78 | 2514,80 | 20378,32 | -10148,04 |
| | 15 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,526554 | 6,928279 | 257,491519 | 457,27 | 714,76 | 2766,28 | 23144,60 | -7381,76 |
| | 16 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,579209 | 7,621107 | 283,24067 | 502,99 | 786,23 | 3042,91 | 26187,51 | -4338,85 |
| | 17 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,637130 | 8,383218 | 311,564737 | 553,29 | 864,86 | 3347,20 | 29534,71 | -991,65 |
| | 18 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,700843 | 9,221540 | 342,721211 | 608,62 | 951,34 | 3681,92 | 33216,63 | 2690,27 |
| | 19 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,770927 | 10,143694 | 376,993332 | 669,48 | 1046,48 | 4050,11 | 37266,74 | 6740,38 |
| | 20 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,848020 | 11,158063 | 414,692666 | 736,43 | 1151,12 | 4455,12 | 41721,87 | 11195,50 |
| | 21 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 0,932822 | 12,273869 | 456,161932 | 810,08 | 1266,24 | 4900,63 | 46622,50 | 16096,14 |
| | 22 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 1,026104 | 13,501256 | 501,778125 | 891,08 | 1392,86 | 5390,70 | 52013,20 | 21486,84 |
| | 23 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 1,128714 | 14,851382 | 551,955938 | 980,19 | 1532,15 | 5929,77 | 57942,97 | 27416,60 |
| | 24 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 1,241586 | 16,336520 | 607,151532 | 1078,21 | 1685,36 | 6522,74 | 64465,71 | 33939,35 |
| | 25 | 7100 | 6610,987 | 489,013 | 1,365744 | 17,970172 | 667,866685 | 1186,03 | 1853,90 | 7175,02 | 71640,73 | 41114,37 |

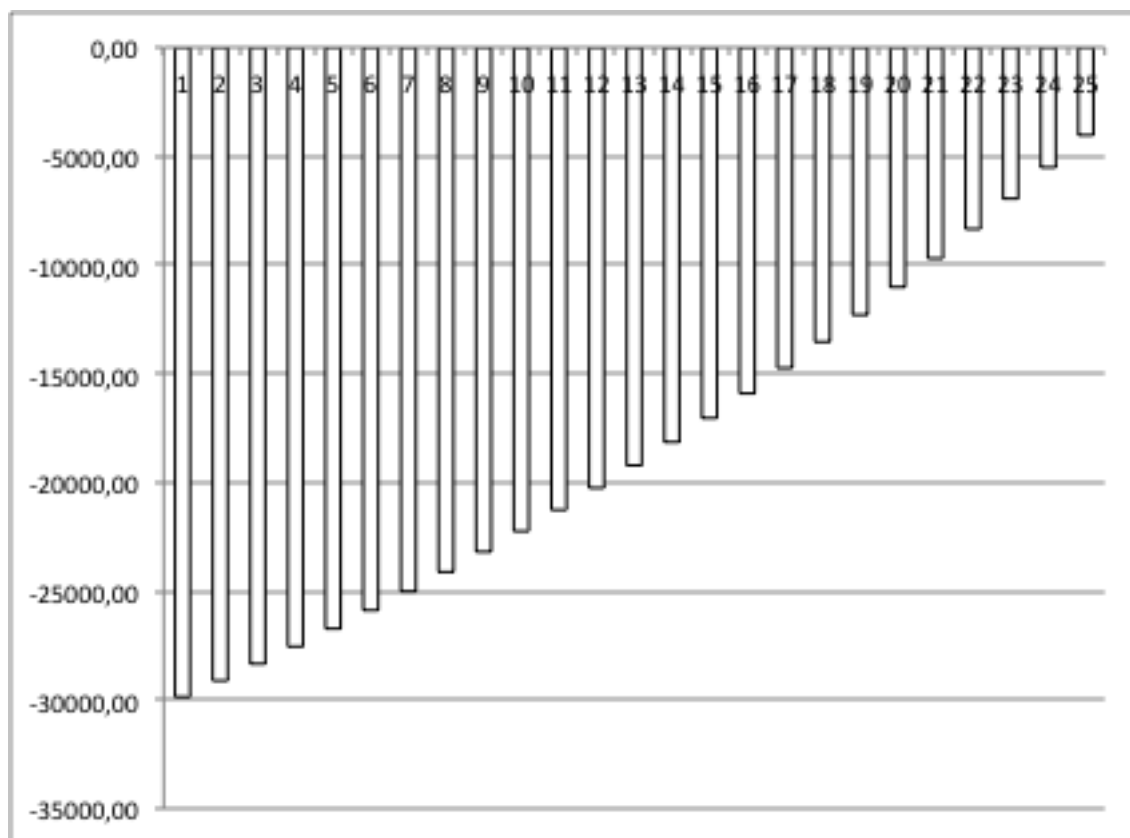


Figura 88. Gráfico de retorno de la inversión del caso 4, escenario 3. Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, al igual que en el caso anterior la inversión sería irrecuperable para un escenario de subida de tarifa del 7% y un aerogenerador UGE 4K. Se ha considerado la vida útil de estos aerogeneradores de 25 años y como se puede observar, en ningún momento se ha recuperado la inversión en este período.

7.5. RESUMEN VIABILIDAD ECONÓMICA

A continuación se muestra una tabla resumen de cada supuesto tarifario por cada instalación proyectada a modo de comparación.

| | Incremento de tarifa energética del 2% anual | | | Incremento de tarifa energética del 4% anual | | | Incremento de tarifa energética del 7% anual | | |
|---------------|---|-----|---------|---|-----|---------|---|-----|---------|
| | VAN | TIR | PAYBACK | VAN | TIR | PAYBACK | VAN | TIR | PAYBACK |
| INSTALACIÓN 1 | 14.946,56 € | 6% | 14 años | 24.225,80 € | 8% | 13 años | 65.519,46 € | 13% | 11 años |
| INSTALACIÓN 2 | 19.059,89 € | 9% | 11 años | 28.214,58 € | 11% | 10 años | 68.953,97 € | 16% | 9 años |
| INSTALACIÓN 3 | -36.022,79 € | -5% | 26 años | -28.931,30 € | -3% | 26 años | 2.626,63 € | 1% | 23 años |
| INSTALACIÓN 4 | -7.409,20 € | -1% | 26 años | -643,13 € | 1% | 24 años | 29.466,65 € | 5% | 18 años |

Tabla 27. Resumen Características de la inversión para cada escenario de subida de la luz. Fuente: Elaboración propia

| Características de la instalación | | | | |
|-----------------------------------|----------------------|----------------------|-------------------------|---------------|
| COSTE INSTALACIÓN | ENERGÍA PRODUCIDA | ENERGÍA REQUERIDA | EXCEDENTE ENERGÉTICO | |
| 16.506 € | 7587 KWh | 7100 KWh | 7% anual | INSTALACIÓN 1 |
| 11.927 € | 7538 KWh | 7100 KWh | 6% anual | INSTALACIÓN 2 |
| 60.534 € | 6737 KWh | 7100 KWh | -5% anual | INSTALACIÓN 3 |
| 30.526 € | 6611 KWh | 7100 KWh | -7% anual | INSTALACIÓN 4 |

Tabla 28. Características de las instalaciones. Fuente: Elaboración propia

8. CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO

8.1. CONCLUSIONES

El presente proyecto fin de carrera versa sobre el análisis del borrador del Real Decreto de balance neto aplicado a una vivienda unifamiliar utilizando tecnologías eólico vertical y horizontal, capaz de sintetizar e interpretar el dicho borrador y aplicarlo de manera directa sobre un caso real de consumo doméstico.

A partir de los objetivos que se han establecido en el apartado 1, en este capítulo se analizan la consecución de los mismos, estableciendo las siguientes conclusiones:

1. El presente proyecto, a lo largo de este documento contiene un estudio exhaustivo sobre balance neto utilizando tecnologías minieólicas tanto vertical como horizontal. Están plasmados a lo largo del proyecto de manera clara los pasos seguidos e hipótesis consideradas a la hora de llevar a cabo el estudio. No obstante, se facilitan anexos para completar con el objetivo de subsanar las dudas que puedan surgir a lo largo de la comprensión de dicho estudio.
2. A lo largo del documento se han explicado y aclarado los objetivos principales que pretende el RD a través de su borrador, así como también se ha analizado y detallado después el consumo energético de la vivienda que se ha escogido en cuestión.
3. En la primera parte del proyecto, se ha incluido la situación del mercado de las tecnologías renovables y se ha profundizado más en concreto en las tecnologías eólicas y minieólicas, tal y como se pretendía desde un principio.
4. Se ha realizado un estudio profundo del dimensionado de las tecnologías minieólicas que se han querido instalar en la vivienda, así como descrito todos sus elementos necesarios y puesta a punto para poder satisfacer las necesidades de consumo eléctrico.
5. En el capítulo 7 del documento se exponen los resultados de los estudios económicos realizados y se hace un resumen detallado de las principales variables indicadoras según las tecnologías instaladas, como el VAN, TIR y Payback, incluyendo diferentes escenarios tarifarios.

Por otro lado, concretando más en el estudio económico realizado de los miniproyectos, se pueden sustraer las siguientes conclusiones:

A la vista de los resultados del capítulo 7 se puede observar que para la tecnología eólica existen algunos escenarios donde podría llegar a ser rentable esta instalación con el nuevo Real Decreto.

Desde un punto de vista general, se puede concluir que la tecnología eólica vertical es menos rentable que la tecnología eólica horizontal para los vientos que disponemos en el emplazamiento y para la demanda energética que se tiene.

Se puede ver como la instalación que tiene un solo aerogenerador de 1,5 kW de eje horizontal podría ser rentable, llegando incluso a tener un Payback de 9 años en un escenario de una subida anual del 7%.

En contrapunto, aquellas instalaciones donde hay aerogeneradores de eje vertical, son inversiones que nunca se llegan a recuperar prácticamente, condenando la inversión al derroche.

Desde el punto de vista del consumidor, los sistemas “Net Metering” proporcionan la opción de autogenerar la propia electricidad estando ligado el ahorro económico a la cobertura que el sistema otorgue sobre el consumo. Si la norma permite una rentabilidad razonable de balance neto no habrá problema en instalar sistemas minieólicos o eólicos basados en pequeños kits de autoconsumo o con inversores centrales de conexión a la red.

8.2. FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO

En este punto se exponen posibles mejoras y ampliaciones al trabajo realizado en este Proyecto Fin de Carrera. Este capítulo se considera fundamental, pues se realiza un análisis sobre una hipótesis que todavía no es real y por tanto queda mucho estudio por realizar para enmarcar su rentabilidad.

A continuación se presentan las futuras líneas de trabajo consideradas:

1. Primero, según los resultados obtenidos de viento, teniendo en cuenta que se estudian tecnologías eólicas habría que analizar si efectivamente este supuesto tiene mucho o poco recorrido en su viabilidad dependiendo del emplazamiento. Por tanto, sería interesante trabajar sobre un escenario en el que el recurso eólico fuera más productivo.
2. Por otro lado, teniendo en cuenta las tecnologías utilizadas sería interesante analizar el resto de tecnologías renovables, e incluso, realizar como recomiendan muchos fabricantes una instalación compartida de tecnologías eólicas y fotovoltaica. Desde un punto de vista de los recursos utilizados el sol siempre es más predecible que el viento y se pueden llegar a complementar en muchos escenarios meteorológicos.
3. Siguiendo con otro de los escenarios contemplados, hay que tener en cuenta que el presente análisis se realiza sobre una vivienda unifamiliar. Sería muy interesante y necesario a la hora de evaluar la rentabilidad del balance neto que propone el borrador del Real Decreto, analizar estas tecnologías u otras para una demanda diferente, donde por ejemplo se pudiera encontrar una planta industrial, un polideportivo, un edificio de oficinas, etc.
4. En cualquier caso, el análisis realizado en el presente proyecto está hecho sobre un borrador que en ningún caso puede ser definitivo hasta no ser aprobado y por tanto, los escenarios que se presentarán en un futuro pueden ser diferentes a los planteados en este documento.

9. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Proyecto de Real Decreto por el que se establece la regulación de las condiciones administrativas, técnicas y económicas de la modalidad de suministro de energía eléctrica con balance neto (Ministerio de Industria, comercio y turismo, Gobierno de España).
- [2] Informe sobre la propuesta de Real Decreto por el que se establece la regulación de las condiciones administrativas, técnicas y económicas de la modalidad de suministro de energía eléctrica con balance neto (Comisión Nacional de la energía).
- [3] Feria GENERA 2013.
- [4] VILLARRUBIA LÓPEZ, Miguel. *Ingeniería de la energía eólica*. Ed. MARCOMBO, S.A, 2012.
- [5] AVIA, Félix. *La energía eólica*. Ed: Fundación Gas Natural Fenosa, 2012
- [6] ENTRECANALES, José Manuel. *El futuro de la energía eólica*. Artículo de revista.
- [7] *Desarrollo de proyectos de instalaciones de energía Mini-eólica aislada*. Ed: Vértice.
- [8] *El sistema eléctrico español: Avance del informe 2012*.
- [9] *Plan de Energías Renovables España (PER): 2005-2010*. Ministerio de Industria, Energía y Turismo.
- [10] *El estado de las energías renovables en Europa*. EurObserv'ER. 2011
- [11] *Evolución tecnológica y prospectiva de costes de las energías renovables*. IDAE. Estudio técnico PER 2011-2020.
- [12] *Informe sobre el sector energético español*. CNE, 2013.
- [13] Página web del CIEMAT: www.ciemat.es
- [14] Página web Comisión Nacional de Energía (CNE): www.cne.es
- [15] Página Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE): www.idae.es

[16]Página web Ministerio de Industria, Energía y Turismo: www.minetur.es

[17]Página web Red Eléctrica de España: www.ree.es

[18]Página web Enair: www.enair.es

[19]Página web Urban Green Energy: www.urbangreenenergy.com

[20]Página web Bornay: www.bornay.es

[21]Página web Universidad Castilla-La Mancha: www.uclm.es

[22]Página web Asociación Empresarial Eólica: www.aee.org



ANEXOS

1. ANEXO: ESTUDIO EÓLICO

1.1 LA ATMÓSFERA

La atmósfera es la capa gaseosa que envuelve la Tierra. Su espesor es pequeño. El 99% de la masa atmosférica se concentra en los primeros 30 km de altura (un 0,5% del radio terrestre). El aire es una mezcla de gases que además contiene partículas sólidas y líquidas (aerosoles) en suspensión en cantidad y composición variable.

Los gases que forman la atmósfera se clasifican en:

- Gases permanentes: su proporción se mantiene prácticamente constante. Son el nitrógeno, oxígeno, gases nobles e hidrógeno.
- Gases en proporciones variables: dióxido de carbono, vapor de agua y ozono.

Las partículas sólidas y líquidas más importantes son cristales de hielo y microgotas de agua (nubes, nieblas y brumas). Otras partículas son polvo, polen, etc. La composición del aire hasta una altura de unos 100km se muestra en la tabla siguiente:

| COMPOSICIÓN DEL AIRE SECO | | | |
|---------------------------------------|--------------------------|------------|------------|
| Componente | Masa molecular (kg/kmol) | % Volumen | % Masa |
| Nitrógeno (N ₂) | 28,02 | 78,09 | 75,52 |
| Oxígeno (O ₂) | 32 | 20,95 | 23,15 |
| Argón (Ar) | 39,94 | 0,93 | 1,28 |
| Dióxido de carbono (CO ₂) | 44,01 | 350 ppm | 460 ppm |
| Neón (Ne) | 20,18 | 18 ppm | 12 ppm |
| Helio (He) | 4 | 5 ppm | 7 ppm |
| Metano (CH ₄) | 16,05 | 1,5 ppm | 8 ppm |
| Kriptón (Kr) | 83,7 | 1 ppm | 3 ppm |
| Hidrógeno (H ₂) | 2,02 | 0,5 ppm | 0,03 ppm |
| Ozono (O ₃) | 48 | 0 - 12 ppm | 0 - 20 ppm |

Tabla 29. Composición del aire en la atmósfera hasta una altura de aproximadamente 100 km. Fuente: Ingeniería de la Energía Eólica

Podemos admitir por tanto que el aire seco se comporta como una mezcla de gases ideales. Sus propiedades vienen dadas en la tabla siguiente.

| Masa molecular (kg/kmol) | Constante del gas ($R'=R/M$) J/kg K | Calores específicos (J/kg K) | |
|-----------------------------|--|------------------------------|------------------|
| | | Presión cte (cp) | Volúmen cte (cv) |
| 28,96 | 287,04 | 1004 | 716 |

Tabla 30. Propiedades termodinámicas del aire seco. Fuente: Ingeniería de la Energía Eólica

1.2 GRADIENTE TÉRMICO VERTICAL. CAPAS ATMOSFÉRICAS

La temperatura del aire varía con la altura. Se define el gradiente térmico (dT/dz), como la variación de la temperatura (T) del aire con la altura (z). La atmósfera se divide verticalmente en capas según el gradiente de temperatura. Se distinguen tres grandes zonas, según se muestra en la figura siguiente:

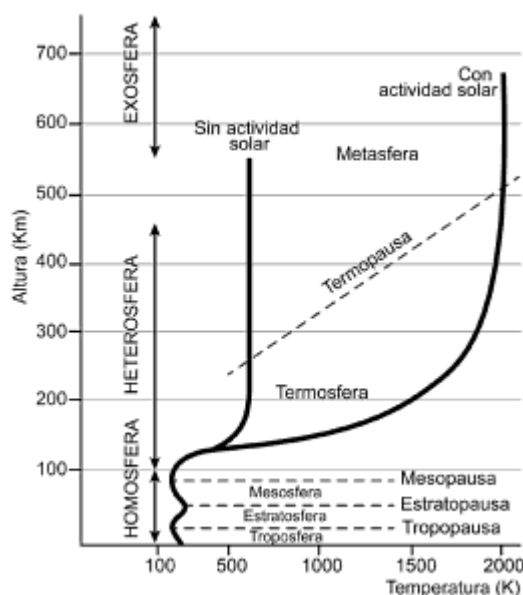


Figura 89. Estructura vertical de la atmósfera terrestre. Fuente: Ingeniería de la Energía Eólica

- a) *Homosfera* o *baja atmósfera*: hasta una altura de 80 a 100 km. La composición del aire es prácticamente constante. A su vez se subdivide en tres capas:
- *Troposfera*: es la zona inferior de la atmósfera, donde se desarrollan los fenómenos meteorológicos. Contiene aproximadamente el 80% de la masa atmosférica. La temperatura disminuye con la altura según un gradiente térmico de 6.5°C/km . Sin embargo, el perfil de temperatura es muy variable en función del tiempo y del lugar. La parte superior de esta región se denomina tropopausa y separa la troposfera de la estratosfera. Su altura es variable (de 6 a 8 km en los polos y de 16 a 18 km en el ecuador).

- *Estratosfera*: La temperatura aumenta con la altura (inversión térmica) lo que ocasiona una gran estabilidad pues los movimientos verticales se ven frenados por esta inversión de temperatura. Los principales intercambios energéticos son de tipo radiativo y en esta capa se produce la absorción de la radiación ultravioleta por el ozono (a una altura de 8 a 30 km). El límite superior de la estratosfera se denomina estratopausa y está a unos 50 km de altura.
 - *Mesosfera*: En esta capa vuelve a disminuir la temperatura con la altura hasta unos 80 a 90 km, donde la temperatura alcanza sus valores menores (alrededor de -90°C) en la región conocida como mesopausa.
- b) *Heterosfera*: se inicia a una altura de 90 a 100 km. Atmósfera muy enrarecida de baja densidad y composición variable debido a las reacciones químicas y a la difusión de los gases por efecto de la gravedad. La heterosfera comprende:
- *Termosfera*: La temperatura vuelve a aumentar con la altura, hasta valores entre 500 y 2000K en su parte superior, según el nivel de actividad solar. El aire está muy enrarecido. El límite superior de la termosfera es la termopausa cuya altura varía entre 200 y 500 km, según la actividad solar.
 - *Metasfera*: para alturas superiores a los 500 km la termosfera recibe el nombre de magnetosfera ya que el movimiento de las partículas viene condicionado por el campo magnético terrestre.
- c) *Exosfera*: Constituye la zona más alejada de la atmósfera. El gas está muy enrarecido, con muy baja densidad. Las partículas están ionizadas. El conjunto formado por la heterosfera y exosfera se conoce también como alta atmósfera.

El perfil vertical de temperaturas en función de la altura se muestra en la siguiente figura:

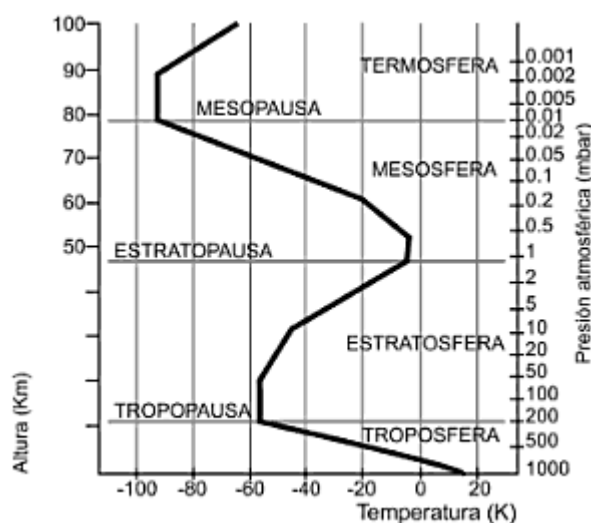


Figura 90. Perfil vertical de temperatura de la atmósfera estándar: Fuente: Ingeniería de la Energía Eólica

Algunas zonas de la atmósfera de especial interés son:

Ionosfera: es una región comprendida entre 60 y 600 km de altura en la que los componentes de aire están muy ionizados debido a la acción de los rayos UV de onda corta, los rayos X y la radiación cósmica. Esta región juega un papel muy importante en la transmisión de las ondas de radio.

Ozonosfera: situada en la estratosfera, entre unos 15 y 40 km de altura, esta región presenta una elevada concentración de ozono, cuya propiedad absorbente de la radiación UV evita la llegada de la mayoría de la misma a la superficie terrestre, actuando como un escudo protector frente a dicha radiación.

| Capa | Altura (km) | Características del gradiente |
|--------------|-------------|--|
| Troposfera | 0 - 10 | $dT/dz < 0$ (estratificación adiabática) |
| Tropopausa | 0 - 20 | $dT/dz = 0$ (estratificación isoterma) |
| Estratosfera | 20 - 40 | $dT/dz > 0$ |
| Estratopausa | 40 - 50 | $dT/dz = 0$ |
| Mesosfera | 50 - 80 | $dT/dz < 0$ |
| Mesopausa | 80 - 90 | $dT/dz = 0$ |
| Termosfera | 90 - 100 | $dT/dz > 0$ |

Tabla 31. Estructura atmosférica según el gradiente térmico. Fuente: Ingeniería de la Energía Eólica

1.3 LA ATMÓSFERA ESTÁNDAR

Como referencia, definiremos una atmósfera estándar según se indica en la siguiente tabla:

| | |
|---|--|
| Aire seco % (volumen) | N ₂ (78,04); O ₂ (20,99); Ar (0,94); CO ₂ (0,035) |
| Condiciones estándar (nivel del mar, altura z = 0 m) | p = 1.013,25 mbar ; t = 15 °C ; ρ = 1,2257 kg/m ³ ; R' = 287,04 J/kg K |
| | Aceleración de la gravedad: g = 9,80665 m/s ² |
| | Coeficiente de dilatación del aire = 1/273 (°C) ⁻¹ |
| Troposfera 0 < z < 11.000 m | Temperatura t (°C): t = 15 - 0,0065 z |
| | Presión p (mbar): p = 1013,25 · (1 - 2,2569 · 10 ⁻⁵ z) ^{5,2561} |

Tabla 32. Características de la atmósfera estándar. Fuente: Ingeniería de la Energía Eólica

1.4 ESTABILIDAD DE LA ATMÓSFERA

Un proceso en el que no hay intercambio de calor con el medio que lo rodea se conoce como proceso adiabático. EN la atmósfera, la relación entre el perfil de temperaturas correspondiente a una elevación adiabática del aire y el perfil real de temperaturas define la estabilidad vertical de la atmósfera.

En energía eólica, la troposfera es la capa de mayor interés. En la misma, el perfil de temperaturas para la estratificación adiabática presenta un gradiente térmico teórico para el aire seco igual a $-9,8^{\circ}\text{C}/\text{km}$. En la práctica, la atmósfera real y la presencia de vapor de agua, reducen este gradiente a $-6,8^{\circ}\text{C}/\text{km}$.

El calentamiento y enfriamiento del suelo por la radiación solar, junto con la mezcla de masas de aire de diversa procedencia, ocasiona la variación de la temperatura del aire con la altura. Esta variación condiciona los movimientos verticales del aire. La atmósfera se considera estable cuando se inhiben los movimientos verticales, En caso contrario la inestabilidad los facilita. Una atmósfera neutra es indiferente a estos movimientos. Cuando una masa de aire asciende, se pueden distinguir tres casos:

- Atmósfera neutra: El perfil vertical de temperatura es tal que a medida que se asciende, una atmósfera neutra presenta la misma temperatura que tendría si la elevación se realizase en forma adiabática. El perfil adiabático de temperaturas coincide con el perfil real de temperaturas de la atmósfera neutra.
- Atmósfera estable: El perfil vertical de temperatura es tal que a medida que se asciende, la atmósfera estable tiene una temperatura mayor que la que tendría si la elevación fuese adiabática.
- Atmósfera inestable: El perfil de temperaturas es tal que a medida que se asciende, la atmósfera inestable presenta una temperatura menor que la que tendría si la elevación fuese adiabática.

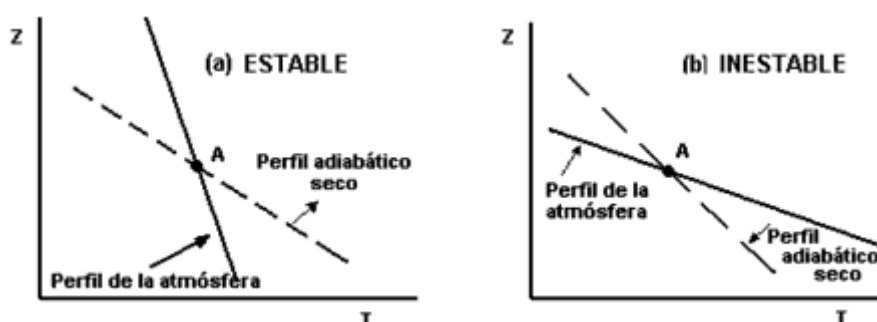


Figura 91. Perfiles de temperaturas de la atmósfera real y adiabático del aire. Fuente: Ingeniería de la Energía Eólica

En general, durante el día, debido a la acción del sol, las masas de aire se calientan y la atmósfera tiende a inestabilizarse con el consiguiente aumento de la intensidad de viento en superficie. En cambio, por la noche tiende a estabilizarse.

1.5 EL VIENTO

El viento es el aire en movimiento. A escala global se debe a las diferencias de temperatura que provoca la radiación solar sobre las distintas partes del globo terrestre. Las diferencias de densidad y presión originadas por estas variaciones de temperatura son la causa del movimiento de las masas de aire. En el estudio del viento se consideran las siguientes escalas:

| Escala | Dimensiones (km) | Ejemplos |
|-------------------------|------------------|------------------------------|
| Planetaria | 5000 | Celda de Hadley |
| Macroescala o Sinóptica | 1000 | Ciclones de latitudes medias |
| Mesoescala | 100 | Tormentas y brisas |
| Microescala | 5 - 10 | Turbulencias |

Tabla 33. Escalas de longitud consideradas para el estudio del viento. Fuente: Ingeniería de la Energía Eólica

Los estudios a mesoescala y microescala son los que presentan mayor interés para el aprovechamiento energético del viento.

Para vientos moderados y cielo nuboso, la velocidad del aire aumenta desde un valor nulo en contacto con el suelo hasta su valor geostrófico (presente en la troposfera libre) a una altura de unos 500 a 1.000 m. En verano, durante el mediodía, cuando la radiación solar es mayor, el efecto de fricción del suelo se hace sentir hasta una altura mayor (1.000 a 2.000m), intensificado por la convección que hace ascender el aire desde el suelo. Por la noche, y en especial si es despejada, el viento en la parte más baja de la atmósfera es casi nulo.

En término medio, los efectos del rozamiento del viento con la superficie terrestre se manifiestan hasta una altura media de unos 1000 m. Ésta capa se conoce como capa límite. Dentro de la capa límite, se distingue entre la parte más próxima al suelo, denominada capa superficial, hasta unos 100 m de altura, donde la orografía del terreno, su rugosidad y los obstáculos afectan de forma importante a las variaciones de intensidad y dirección.

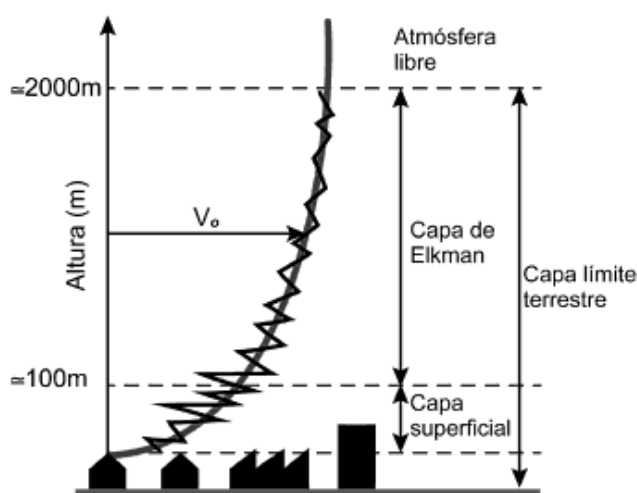


Figura 92. Perfil de velocidad del viento con la altura. Fuente: Ingeniería de la Energía Eólica

1.6 MEDICIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS DATOS EÓLICOS

El análisis de la viabilidad del viento como fuente de energía requiere conocer sus características. Debido a su variabilidad y aleatoriedad deben aplicarse técnicas estadísticas para su análisis. En el proceso de caracterización del viento intervienen los siguientes aspectos:

- Toma de datos: magnitudes a medir (velocidad, dirección), procedimiento de medición, frecuencia de muestreo, periodos promedio, etc.
- Técnica de medición: aparatos de medida (anemómetro, veleta, etc.), colocación del instrumental de medida etc.
- Métodos de tratamiento de datos: técnicas estadísticas, forma de presentación de los resultados (valores medios horarios, diarios, anuales, rosa de los vientos, etc.), distribuciones de probabilidad, etc.

8.1.6.1 DISPOSITIVO DE MEDICIÓN DE LAS MAGNITUDES DEL VIENTO: ANEMÓMETRO

El anemómetro

Un anemómetro es un aparato destinado a medir la velocidad relativa del viento que incide sobre él. Si el anemómetro está fijo colocado en tierra, entonces medirá la velocidad del viento reinante, pero si está colocado en un objeto en movimiento, puede servir para apreciar la velocidad de movimiento relativo del objeto con respecto al viento en calma.

Para medir la velocidad relativa del viento es necesario utilizar algún proceso físico cuya magnitud varíe según una regla fija con respecto a la variación de esa velocidad. En la práctica entre otros se usan:

- La variación de velocidad de rotación de una hélice sometida al viento.
- La fuerza que se obtiene al enfrentar una superficie al viento.
- La diferencia de temperatura entre dos filamentos calentados por igual, uno sometido al viento y otro en calma.
- Aprovechando la presión aerodinámica producida en una superficie enfrentada al viento.
- Otros métodos ultrasónicos o de láser.
- Anemómetros de hélice

Anemómetros de hélice

Estos son los más utilizados por su simplicidad y suficiente exactitud para la mayor parte de las necesidades de medición así como por la relativa facilidad de permitir la medición a distancia.

Hay muchos diseños de hélices pero la más común es la hélice de cazoleta, debido a que no es necesario mecanismo alguno para orientar la hélice al viento y que su construcción puede ser robusta para soportar grandes velocidades del viento.

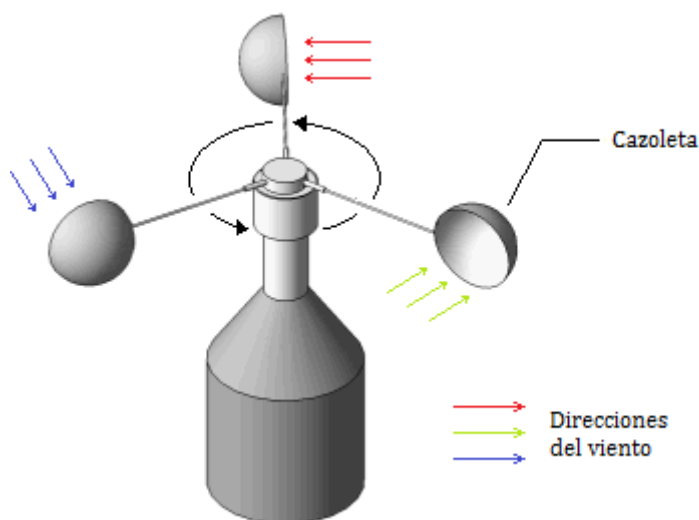


Figura 93. Anemómetro de cazoletas. Fuente: Elaboración propia

Este es un esquema que representa una hélice de cazoletas. Debido a que la resistencia aerodinámica de la cazoleta es diferente entre la parte cóncava y convexa, esta recibirá un empuje mayor en una dirección y la hélice rotará a mayor o menor velocidad, en proporción a la velocidad del viento.

También se usan las hélices de tipo helicoidal, similar a la hélice de un ventilador común e híbridos entre las de cazoletas y la helicoidal.

La velocidad de rotación del eje de la hélice es proporcional a la velocidad del viento, por lo que si medimos esta velocidad de rotación, podremos hacer una tabla de calibración directamente en unidades de velocidad del viento en metros por segundo (m/seg) o kilómetros por hora (Km/h).

Existen diversas maneras de hacer la indicación, a continuación algunos ejemplos:

a. Anemómetros mecánicos



Figura 94. Anemómetro de cazoletas elemental. Fuente: Agrotierra

En la figura anterior se muestra un anemómetro de cazoletas muy elemental. La velocidad de rotación de la hélice hace que la creciente fuerza centrífuga empuje el extremo superior de las palancas hacia afuera, moviendo hacia abajo el anillo marcador de la parte inferior del mecanismo cuando la velocidad de la hélice crece, y, a través de un resorte recuperador, se produce el efecto contrario cuando la velocidad del viento disminuye. Una escala apropiada marcada en el soporte central calibrada a velocidad del viento servirá para indicarla en todo momento.

Existen también diferentes tipologías de mecanismos para anemómetros no eléctricos, no obstante el modo de acción reposa en todos los casos en el uso de resortes.



Figura 95. Anemómetro mecánico. Fuente: PCE Ibérica

b. Anemómetros eléctricos

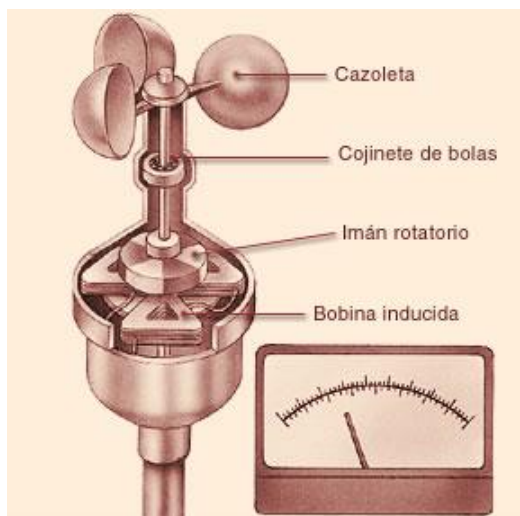


Figura 96. Anemómetro eléctrico. Fuente: Hiru

En la anterior figura se muestra un esquema de un anemómetro de mayor precisión. La hélice está acoplada a un pequeño generador eléctrico, cuyo voltaje generado es proporcional a la velocidad de rotación de la hélice y con ello a la del viento.

Este voltaje se mide en un voltímetro cuya escala ha sido calibrada a velocidad del viento por lo que podremos saber su valor en todo momento.

Este tipo de anemómetro tiene las ventajas de que puede ser muy preciso y que además la indicación de la velocidad puede ser a distancia, con solo conducir los cables apropiados hasta el lugar donde se coloque el voltímetro indicador.

c. Anemómetro utilizado en nuestra instalación



Figura 97. Anemómetro, estación base y transmisores Lacrosse WS3650. Fuente: Lacrosse Technology

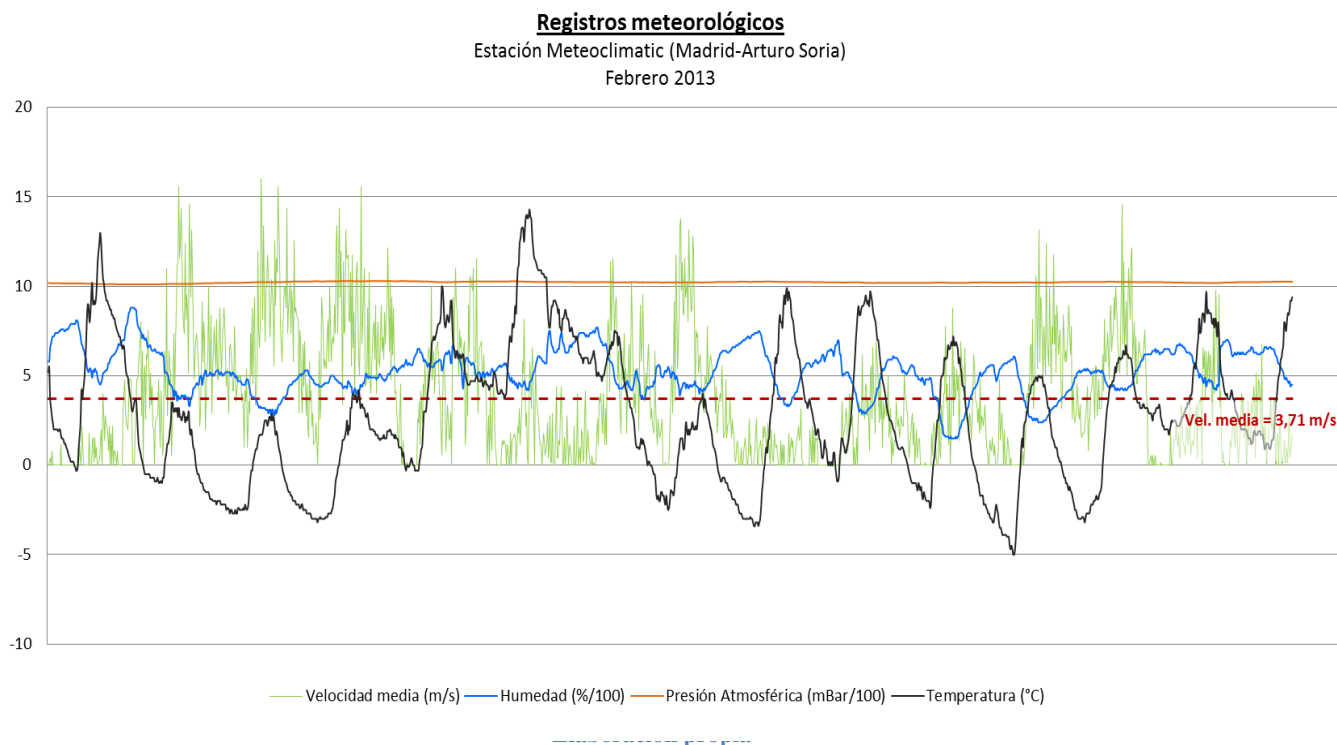
El anemómetro empleado pertenece al fabricante francés Lacrosse y está montado a una distancia a la pared o suelo más cercano de 3 m y a una altura sobre el nivel de la calle de 9 m.

El anemómetro posee las siguientes características para la medición de velocidad y dirección del viento:

- Unidades de medición: km/h, m/s, nudos, mph o grados Beaufort
- Rango de medición: desde 0 a 180 km/h (o desde 1 a 50 m/s)
- Dirección del viento medida a través de una brújula de 360°
- Precisión: 0.1 m/s
- Datos de máximos y mínimos medidos con su correspondiente fecha y hora.
- Hasta 16 configuraciones distintas de alarmas.

1.7 TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DEL VIENTO

A diferencia de otras magnitudes como la presión o la temperatura, la velocidad del viento puede variar rápidamente tanto en módulo como en dirección.



10.1.7.1 Variabilidad del viento

10.1.7.1.1 Variabilidad del viento a corto plazo

La velocidad del viento está siempre fluctuando, por lo que el contenido energético del viento varía continuamente. De qué magnitud sea exactamente esa fluctuación depende tanto de las condiciones climáticas como de las condiciones de superficie locales y de los obstáculos. La producción de energía de una turbina eólica variará conforme varíe el viento, aunque las variaciones más rápidas serán hasta cierto punto compensadas por la inercia del rotor de la turbina eólica.

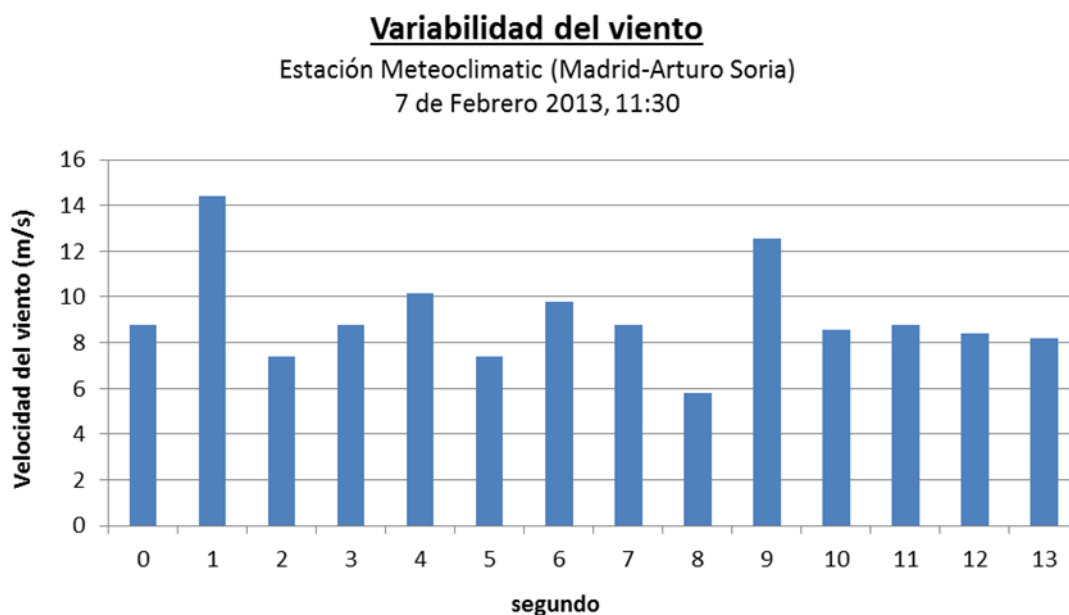


Figura 99. Histograma de variabilidad del viento en Febrero de 2013. Fuente: Elaboración propia

10.1.7.1.2 Variaciones diurnas y nocturnas del viento

En la mayoría de localizaciones del planeta el viento sopla más fuerte durante el día que durante la noche. El gráfico muestra, en intervalos de 3 horas, como varía la velocidad del viento a lo largo del día 7 de febrero en la estación meteorológica Meteorológica de Arturo Soria, en base a las mediciones elaboradas. Esta variación se debe en mayor medida a que las diferencias de temperatura, por ejemplo, entre la superficie del mar y la superficie terrestre, son mayores durante el día que durante la noche. El viento presenta también más turbulencias y tiende a cambiar de dirección más rápidamente durante el día que durante la noche. Desde el punto de vista de los propietarios de aerogeneradores, el hecho de que la mayor parte de la energía eólica se produzca durante el día es una ventaja, ya que el consumo de energía entonces es mayor que durante la noche. Muchas compañías eléctricas pagan más por la electricidad producida durante las horas en las que hay picos de carga, es decir, cuando hay una falta de capacidad generadora barata.

Velocidad del viento el 7 de febrero de 2013 en intervalos de 3 horas

Estación Meteorológica (Madrid-Arturo Soria)

Febrero 2013

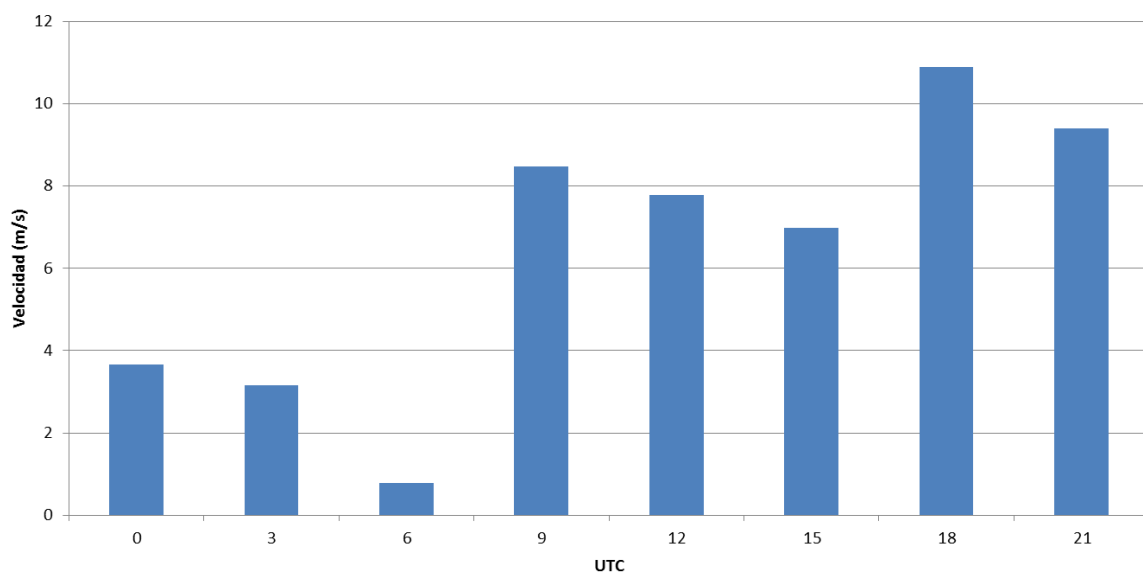


Figura 100. Histograma de velocidades de viento en Febrero de 2013. Fuente: Elaboración propia

10.1.7.1.3 Variación estacional en la energía eólica

En zonas templadas los vientos de verano son generalmente más débiles que los de invierno. El consumo de electricidad es generalmente mayor en invierno que en verano en estas regiones.

Promedio mensual de velocidades medias de viento medidas en intervalos de 15 minutos

Estación Meteorológica (Madrid-Arturo Soria)

2013

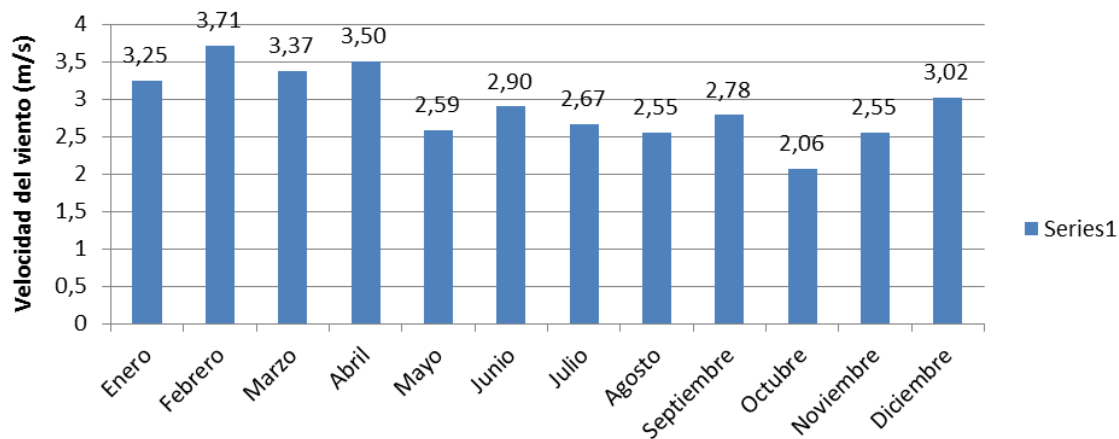


Figura 101. Promedio mensual de velocidades medias del viento en 2012 y 2013. Fuente: Elaboración propia

10.1.7.1.4 Histogramas y frecuencia acumulada

| Velocidad m/s | INTERVALO | NÚMERO DE HORAS | PORCENTAJE | PROBABILIDAD | PROBABILIDAD ACUMULADA | NÚMERO DE HORAS EXCEDIDAS |
|---------------|-----------|-----------------|------------|--------------|------------------------|---------------------------|
| 0 | 0 - 1 | 190 | 27,3% | 0,273 | 0,273 | 696 |
| 1 | 1 - 2 | 94 | 13,5% | 0,135 | 0,408 | 506 |
| 2 | 2 - 3 | 73 | 10,5% | 0,105 | 0,513 | 412 |
| 3 | 3 - 4 | 61,5 | 8,8% | 0,088 | 0,601 | 339 |
| 4 | 4 - 5 | 52,5 | 7,5% | 0,075 | 0,677 | 277,5 |
| 5 | 5 - 6 | 61 | 8,8% | 0,088 | 0,764 | 225 |
| 6 | 6 - 7 | 47 | 6,8% | 0,068 | 0,832 | 164 |
| 7 | 7 - 8 | 32,5 | 4,7% | 0,047 | 0,879 | 117 |
| 8 | 8 - 9 | 31 | 4,5% | 0,045 | 0,923 | 84,5 |
| 9 | 9 - 10 | 13 | 1,9% | 0,019 | 0,942 | 53,5 |
| 10 | 10 - 11 | 15 | 2,2% | 0,022 | 0,963 | 40,5 |
| 11 | 11 - 12 | 11,5 | 1,7% | 0,017 | 0,980 | 25,5 |
| 12 | 12 - 13 | 4,5 | 0,6% | 0,006 | 0,986 | 14 |
| 13 | 13 - 14 | 5 | 0,7% | 0,007 | 0,994 | 9,5 |
| 14 | 14 - 15 | 2,5 | 0,4% | 0,004 | 0,997 | 4,5 |
| 15 | 15 - 16 | 2 | 0,3% | 0,003 | 1,000 | 2 |

Tabla 34. Porcentajes de frecuencias y probabilidades por rango de velocidades en febrero de 2013. Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se muestra, para cada rango de velocidades desde 0 m/s hasta 16 m/s, el número de horas medidas de viento, el porcentaje temporal de cada velocidad, la probabilidad y la probabilidad acumulada asociada a cada rango, y el número de horas en el cual se ha excedido la velocidad indicada a lo largo del mes de febrero de 2013. Los resultados se muestran en los siguientes histogramas:

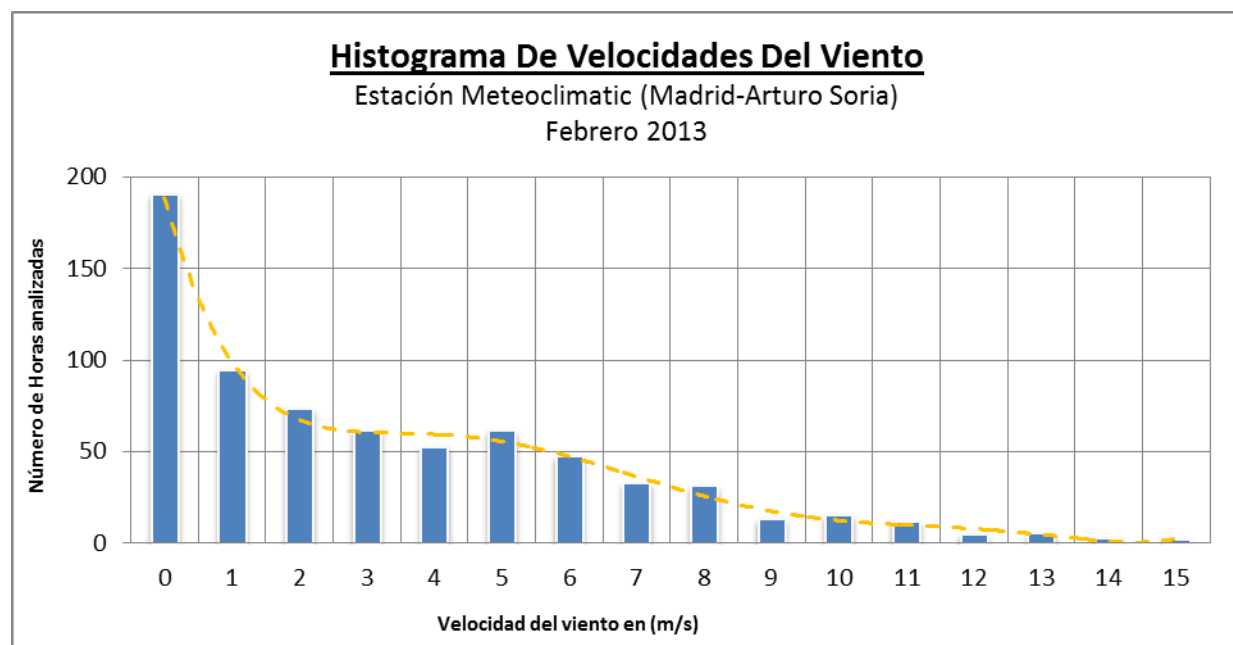


Figura 102. Histograma de velocidades del viento. Fuente: Elaboración propia

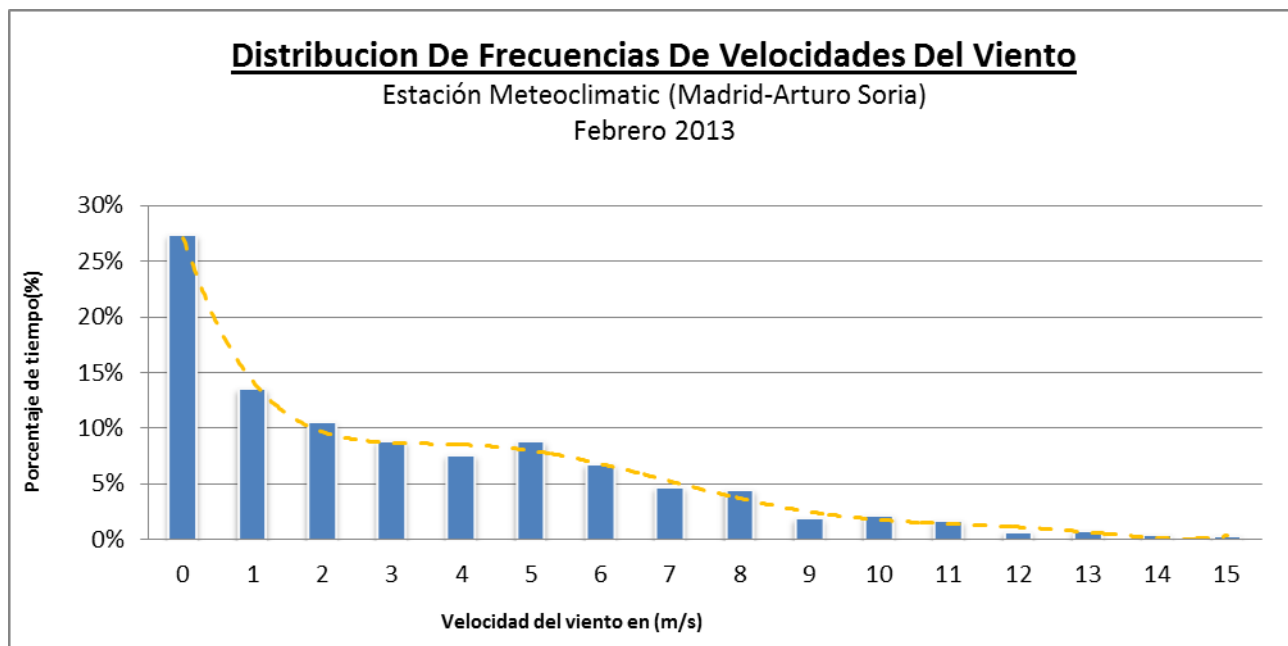


Figura 103. Distribución de frecuencias de velocidades del viento. Fuente: Elaboración propia

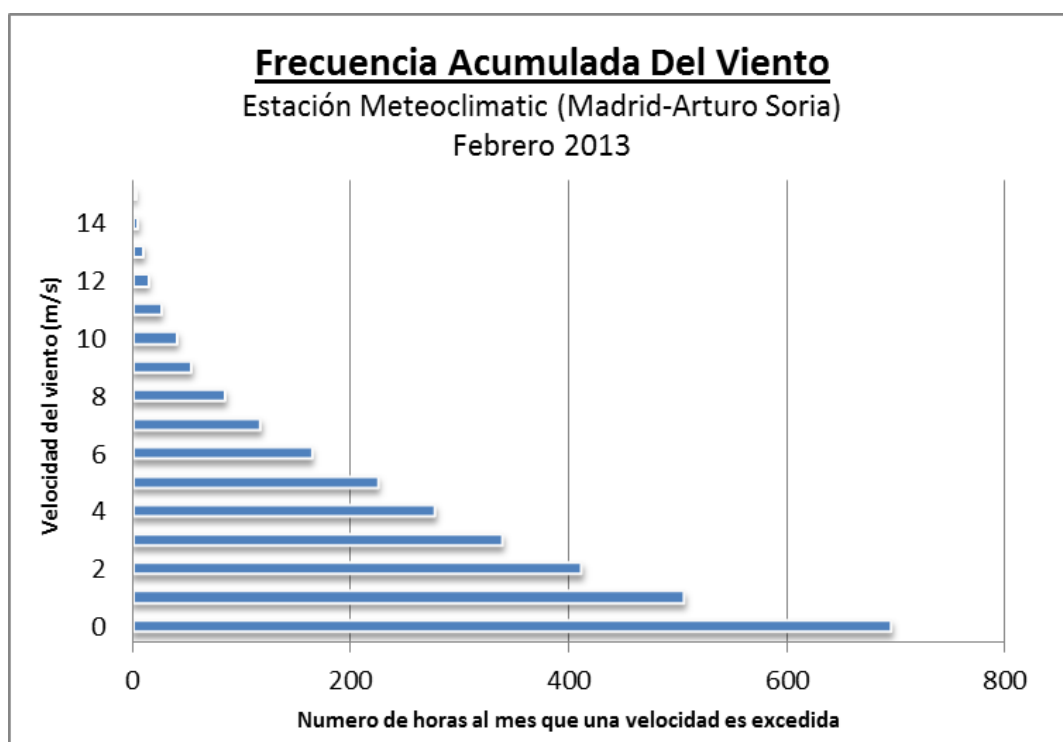


Figura 104. Frecuencia acumulada de velocidades de viento. Fuente: Elaboración propia

1.8 DISTRIBUCIÓN DE WEIBULL

Para la industria eólica es muy importante ser capaz de describir la variación de las velocidades del viento. Los proyectistas de turbinas necesitan la información para optimizar el diseño de sus aerogeneradores, así como para minimizar los costes de generación. En nuestro caso, como inversores, necesitamos la información para estimar nuestros ingresos por producción de electricidad.

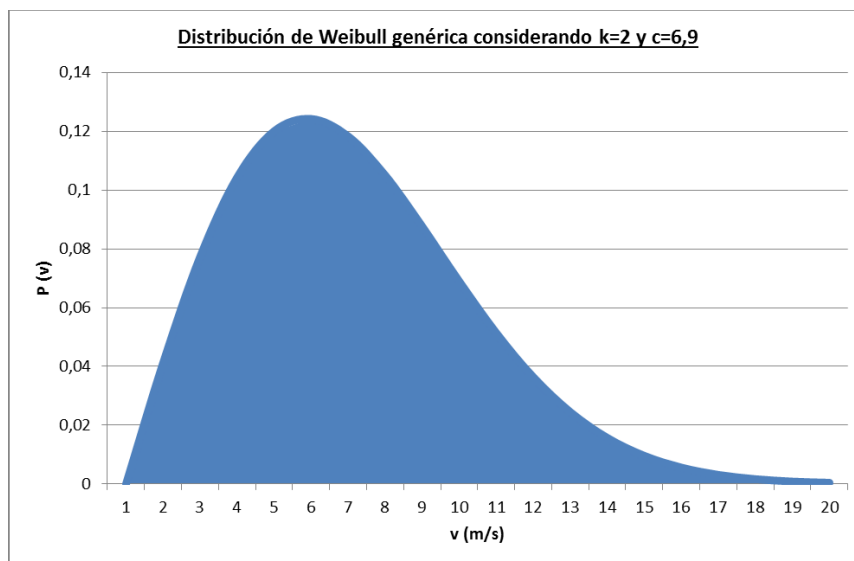


Figura 105. Distribución de Weibull genérica con $k=2$ y $c=6,9$. Fuente: Elaboración propia

Si se mide las velocidades del viento a lo largo de un año observará que en la mayoría de áreas los fuertes vendavales son raros, mientras que los vientos frescos y moderados son bastante comunes. La variación del viento en un emplazamiento típico suele describirse utilizando la llamada Distribución de Weibull.

Distribución de frecuencias eólicas frente a velocidad del viento

Estación Meteorológica (Madrid-Arturo Soria)
Febrero 2013

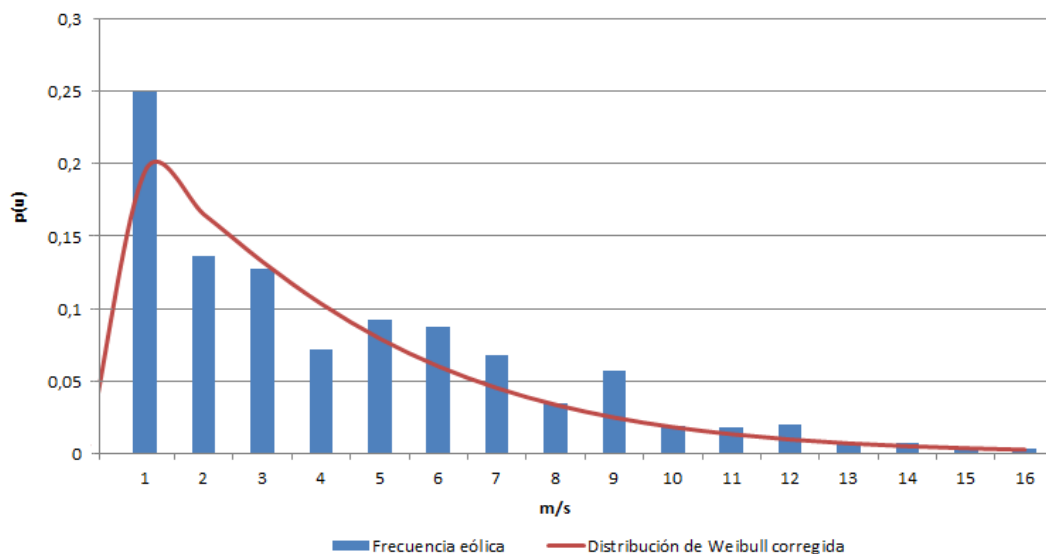


Figura 106. Distribución de frecuencias eólicas en Febrero de 2013. Fuente: Elaboración propia

Distribución de Weibull de frecuencias eólicas

Estación Meteorológica (Madrid-Arturo Soria)
Febrero 2012

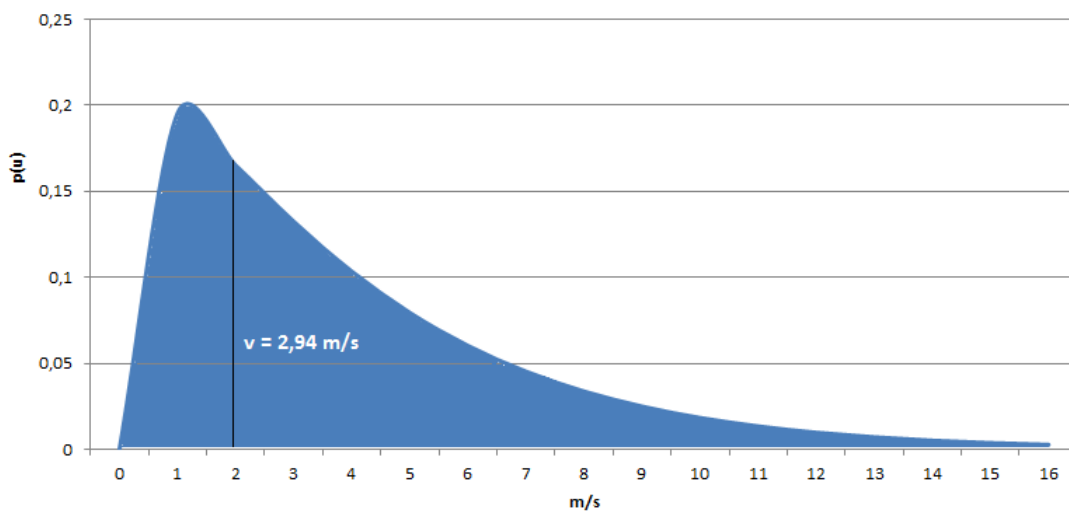


Figura 107. Distribución de Weibull de frecuencias eólicas. Fuente: Elaboración propia

Este emplazamiento particular tiene una velocidad media del viento de 3,71 metros por segundo, y la forma de la curva está determinada por un parámetro de forma de 1,1249. El área bajo la curva siempre vale exactamente 1, ya que la probabilidad de que el viento sople a cualquiera de las velocidades, incluyendo el cero, debe ser del 100 por cien. La mitad del área azul está a la izquierda de la línea negra vertical a 2,94 metros por segundo.

Los 2,94 m/s son la mediana de la distribución. Esto significa que la mitad del tiempo el viento soplará a menos de 2,94 m/s y la otra mitad soplará a más de 2,94 m/s. Puede preguntarse por qué se dice entonces que la velocidad del viento media es de 3,71 m/s. La velocidad del viento media es realmente el promedio de las observaciones de la velocidad del viento que tendremos en ese emplazamiento. Como se puede observar, la distribución de las velocidades del viento es sesgada, es decir, no es simétrica. A veces tendrá velocidades de viento muy altas, pero son muy raras. Por otro lado, las velocidades del viento de 1 m/s son las más comunes. La velocidad de 1 metro por segundo es el llamado valor modal de la distribución. Si multiplicamos cada diminuto intervalo de la velocidad del viento por la probabilidad de tener esa velocidad particular, y los sumamos todos, obtenemos la velocidad del viento media. La distribución estadística de las velocidades del viento varía de un lugar a otro del globo, dependiendo de las condiciones climáticas locales, del paisaje y de su superficie. Por lo tanto, la Distribución de Weibull puede variar tanto en la forma como en el valor medio. Si el parámetro de forma es exactamente 2, la distribución es conocida como distribución de Rayleigh. Los fabricantes de aerogeneradores proporcionan gráficas de rendimiento para sus máquinas usando la distribución de Raileigh.

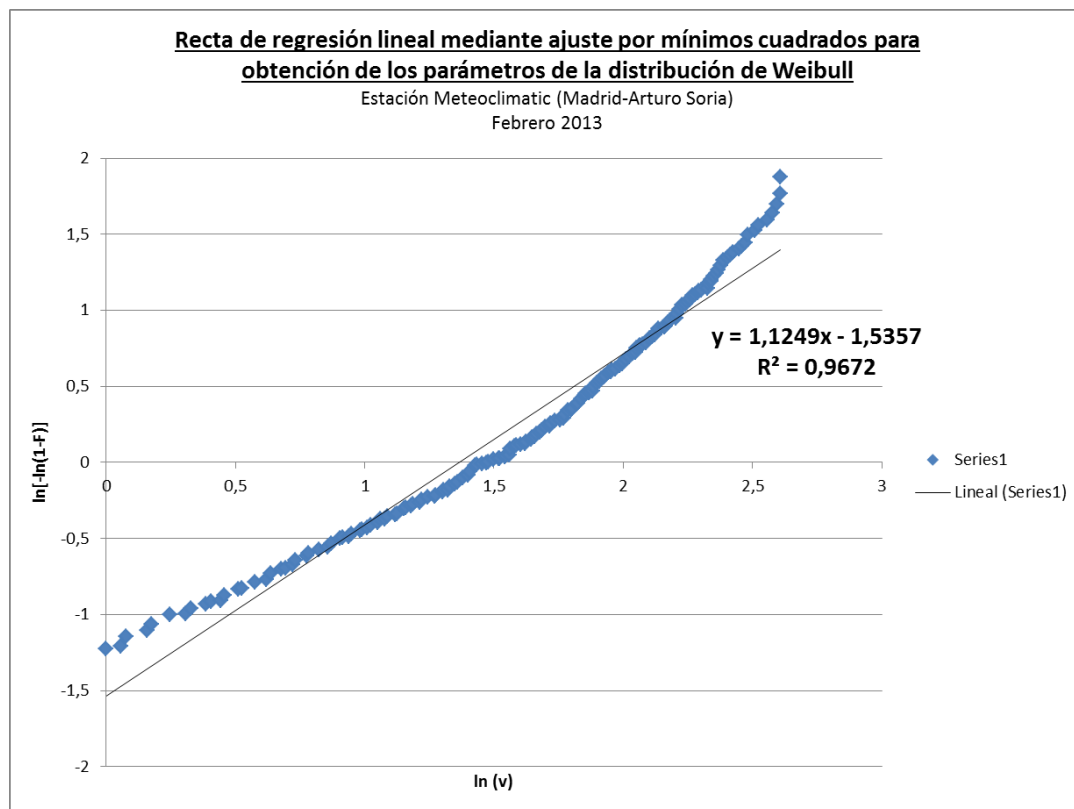


Figura 108. Recta de regresión lineal por mínimos cuadrados con parámetros de la distribución de Weibull. Fuente: Elaboración propia

La ecuación de la recta de regresión por ajuste mediante el método de los mínimos cuadrados es del tipo:

$$y = ax + b$$

Sabiendo que:

$$a = k$$

$$b = -k \cdot \ln(c)$$

Nos queda una recta cuya ecuación viene definida por:

$$y = kx - k \cdot \ln(c)$$

Siendo:

- k: parámetro de forma ($k > 0$)
- c: parámetro de escala

Y resultando los siguientes valores para los parámetros k y c:

$$k = 1,1249$$

$$c = \exp(-b/k) = \exp\left(1,5357/1,1249\right) = 3,9165$$

Por lo tanto:

| PARÁMETROS WEIBULL | |
|-----------------------|--------|
| K | 1,1249 |
| C | 3,9165 |

Tabla 35. Parámetros de Weibull obtenidos. Fuente: Elaboración propia

La distribución resultante es la siguiente:

Distribución de frecuencias eólicas frente a velocidad del viento

Estación Meteorológica (Madrid-Arturo Soria)

Febrero 2013

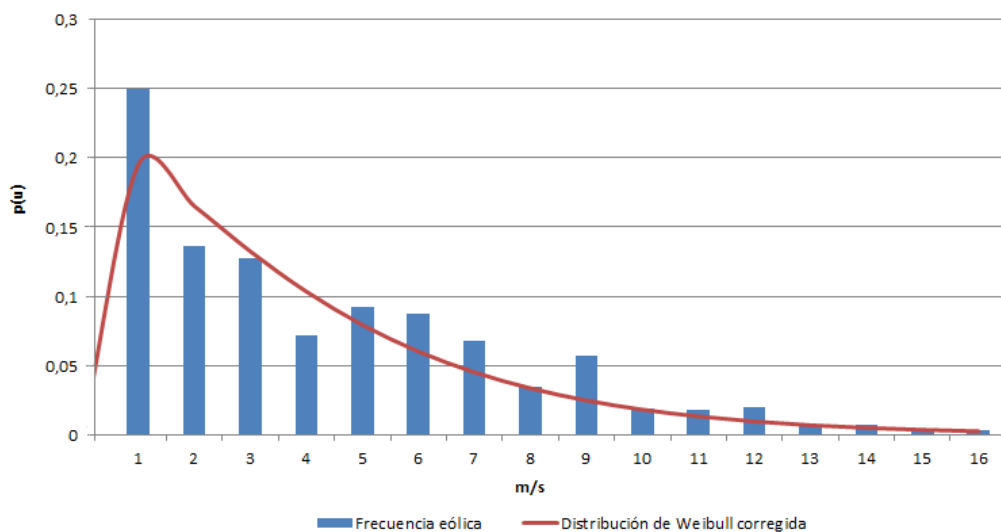


Figura 109. Distribución de Weibull de frecuencias eólicas. Fuente: Elaboración propia

Con ésta distribución, se han obtenido las siguientes probabilidades de Weibull para cada rango de velocidades:

| Velocidad m/s | INTERVALO | # HORAS | PROBABILIDAD | Densidad de potencia | Potencia W | Energía KWh |
|---------------|-----------|---------|--------------|----------------------|------------|-------------|
| 0 | 0 - 1 | 190 | 19,53 | 1,97 | 0 | 0,000 |
| 1 | 1 - 2 | 94 | 16,51365 | 63,00 | 0 | 0,000 |
| 2 | 2 - 3 | 73 | 13,24298 | 252,10 | 10 | 745,267 |
| 3 | 3 - 4 | 61,5 | 10,34275 | 305,22 | 20 | 980,718 |
| 4 | 4 - 5 | 52,5 | 7,94047 | 622,48 | 50 | 1606,863 |
| 5 | 5 - 6 | 61 | 6,02021 | 849,12 | 75 | 2123,275 |
| 6 | 6 - 7 | 47 | 4,51960 | 830,79 | 130 | 2128,847 |
| 7 | 7 - 8 | 32,5 | 3,36566 | 481,67 | 200 | 1686,501 |
| 8 | 8 - 9 | 31 | 2,48915 | 857,02 | 250 | 1487,157 |
| 9 | 9 - 10 | 13 | 1,82994 | 291,38 | 450 | 825,268 |
| 10 | 10 - 11 | 15 | 1,33820 | 278,37 | 600 | 928,467 |
| 11 | 11 - 12 | 11,5 | 0,97396 | 297,83 | 820 | 708,039 |
| 12 | 12 - 13 | 4,5 | 0,70582 | 89,87 | 1050 | 257,097 |
| 13 | 13 - 14 | 5 | 0,50948 | 91,53 | 1350 | 265,114 |
| 14 | 14 - 15 | 2,5 | 0,36642 | 40,58 | 2080 | 146,887 |
| 15 | 15 - 16 | 2 | 0,26264 | 27,66 | 2500 | 101,235 |

Tabla 36. Probabilidades de Weibull para cada rango de velocidades. Fuente: Elaboración propia

Considerando la siguiente curva de potencia del viento:

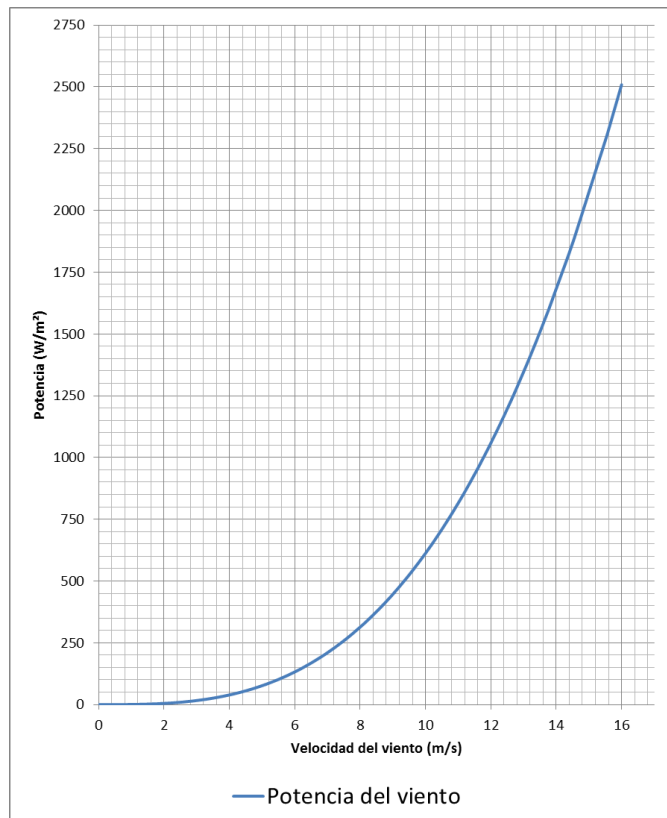


Figura 110. Curva de potencia del viento. Fuente: Elaboración propia

Finalmente se ha podido determinar la curva de densidad de potencia del viento en nuestro emplazamiento:

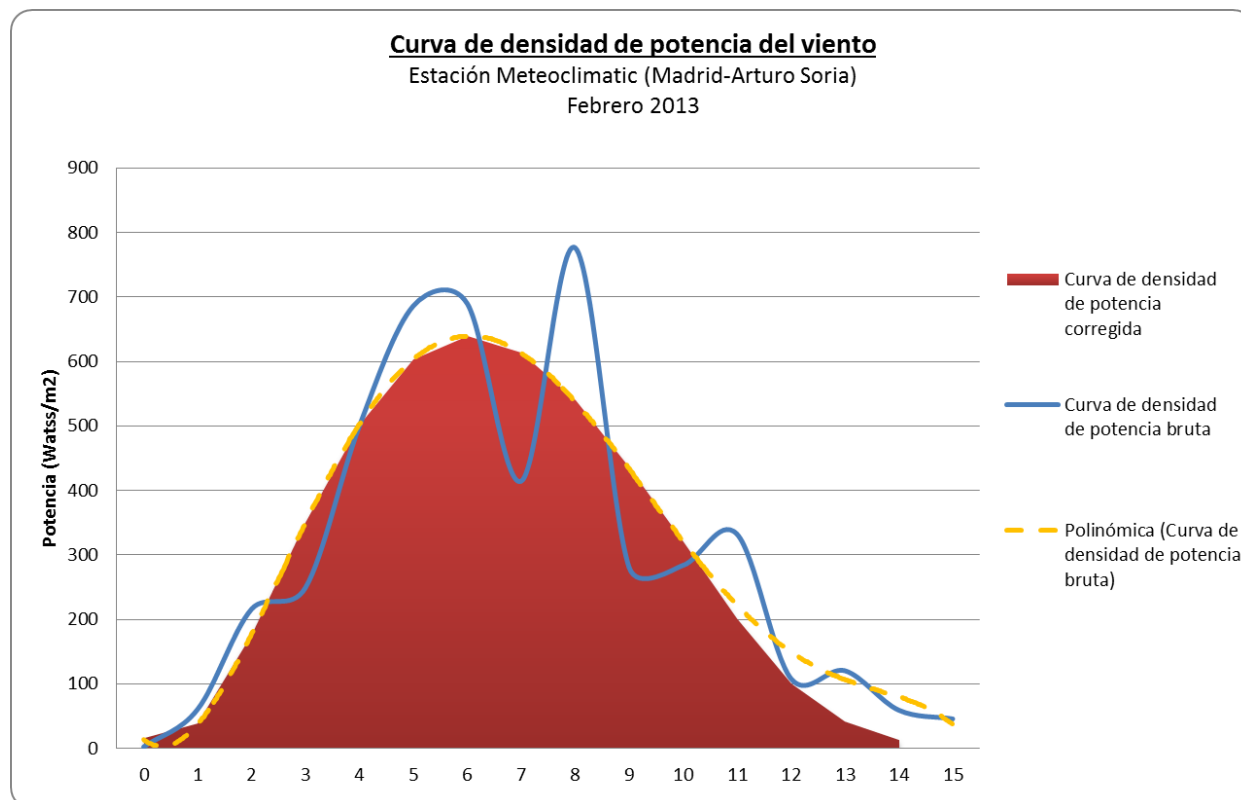


Figura 111. Curva de densidad del potencia del viento. Fuente: Elaboración propia

1.9 MODELO PREDICTIVO

Para el estudio predictivo del viento se han tenido en cuenta las tendencias de velocidades medias medidas a lo largo de 2011, 2012 y 2013, presentadas según sigue:

2011

Promedio de velocidades medias (km/h)

| | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre | Promedio total mensual |
|--|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|------------|---------|-----------|-----------|------------------------|
| | 4,784 | 6,277 | 7,265 | | 5,679 | 5,502 | 6,952 | 5,256 | 3,845 | 5,163 | 4,223 | 4,474 | 4,952 |

| Día | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre | Promedio total diario |
|---------------|--------|---------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|------------|---------|-----------|-----------|-----------------------|
| 1 | 3,346 | 5,285 | 18,562 | | | 16,223 | 6,977 | 6,748 | 4,086 | 6,871 | 1,678 | 3,481 | 7,324 |
| 2 | 2,394 | 2,765 | 10,495 | | | 14,804 | 4,419 | 6,137 | 3,504 | 2,517 | 10,737 | 9,190 | 6,689 |
| 3 | 2,083 | 1,095 | 6,928 | | | 7,806 | 7,156 | 2,152 | 1,429 | 3,126 | 7,502 | 1,161 | 4,050 |
| 4 | 1,598 | 0,977 | 6,627 | | | 3,921 | 3,486 | 3,808 | 4,096 | 4,242 | 3,679 | 1,244 | 3,368 |
| 5 | 2,954 | 1,996 | 4,189 | | | 6,229 | 6,392 | 4,435 | 4,213 | 3,206 | 6,071 | 4,037 | 4,372 |
| 6 | 7,892 | 3,493 | 3,949 | | | 2,069 | 7,121 | 6,764 | 3,899 | 1,902 | 4,556 | 5,035 | 4,671 |
| 7 | 8,975 | 5,250 | 9,432 | | | 2,090 | 6,274 | 5,102 | 2,347 | 15,198 | 0,408 | 0,960 | 5,594 |
| 8 | 7,308 | 3,953 | 8,002 | | | 3,815 | 4,875 | 7,573 | 4,785 | 9,819 | 2,617 | 1,777 | 5,460 |
| 9 | 3,021 | 1,630 | 7,144 | | | 4,990 | 4,657 | 8,739 | 3,134 | 5,729 | 1,096 | 1,318 | 4,152 |
| 10 | 4,954 | 3,119 | 4,886 | | | 4,012 | 4,760 | 4,341 | 5,150 | 3,794 | 0,700 | 1,660 | 3,740 |
| 11 | 10,872 | 3,163 | 5,842 | | | 3,398 | 4,219 | 2,777 | 4,269 | 2,992 | 1,792 | 1,996 | 4,126 |
| 12 | 0,739 | 3,915 | 4,422 | | | 6,327 | 8,469 | 6,846 | 3,481 | 3,596 | 9,068 | 5,383 | 5,203 |
| 13 | 1,743 | 9,083 | 4,884 | | | 4,069 | 15,646 | 3,452 | 3,196 | 3,504 | 7,869 | 10,694 | 6,414 |
| 14 | 2,492 | 13,238 | 6,732 | | | 4,385 | 6,106 | 4,110 | 8,350 | 3,075 | 9,000 | 13,377 | 7,099 |
| 15 | 3,481 | 4,971 | | | | 2,198 | 4,467 | 2,108 | 3,300 | 2,237 | 3,181 | 8,298 | 3,803 |
| 16 | 3,319 | 11,688 | | | | 3,423 | 6,933 | 2,672 | 3,444 | 1,859 | 1,815 | 19,635 | 6,092 |
| 17 | 0,900 | 14,000 | | | | 4,750 | 11,119 | 3,862 | 3,985 | 2,260 | 4,036 | 5,546 | 5,608 |
| 18 | 0,749 | 3,252 | | | 18,329 | 5,581 | 7,823 | 8,596 | 9,522 | 1,326 | 3,973 | 6,034 | 5,458 |
| 19 | 0,662 | 2,744 | | | 7,629 | 2,358 | 10,471 | 4,251 | 5,160 | 4,802 | 10,433 | 1,140 | 4,825 |
| 20 | 4,608 | 5,785 | | | 5,347 | 3,906 | 4,626 | 6,155 | 4,275 | 10,419 | 3,882 | 1,141 | 5,006 |
| 21 | 14,400 | 15,684 | | | 1,934 | 5,319 | 6,659 | 8,150 | 2,752 | 4,455 | 2,119 | 1,648 | 6,328 |
| 22 | 11,798 | 13,500 | | | 4,485 | 7,076 | 10,615 | 4,581 | 1,804 | 4,288 | 0,762 | 1,517 | 6,037 |
| 23 | 9,642 | 1,954 | | | 4,646 | 3,919 | 8,631 | 4,140 | 4,644 | 5,502 | 8,469 | 2,537 | 5,412 |
| 24 | 6,354 | 3,137 | | | 5,625 | 4,964 | 9,052 | 3,699 | 3,747 | 8,360 | 3,834 | 8,358 | 5,724 |
| 25 | 3,813 | 1,837 | | | 4,162 | 4,642 | 3,954 | 6,879 | 2,119 | 9,861 | 3,694 | 2,937 | 4,386 |
| 26 | 3,655 | 2,783 | | | 7,444 | 3,542 | 6,912 | 9,133 | 3,656 | 7,025 | 4,794 | 2,794 | 5,178 |
| 27 | 4,095 | 17,392 | | | 3,065 | 6,092 | 10,206 | 5,286 | 3,244 | 9,317 | 2,571 | 2,368 | 6,378 |
| 28 | 8,348 | 17,965 | | | 3,423 | 5,046 | 5,497 | 5,094 | 1,520 | 9,629 | 1,264 | 1,680 | 5,962 |
| 29 | 4,758 | | | | 6,457 | 10,918 | 5,718 | 5,354 | 3,123 | 4,056 | 2,175 | 10,038 | 5,833 |
| 30 | 1,802 | | | | 6,451 | 7,278 | 6,101 | 5,806 | 3,061 | 2,612 | 2,923 | 0,717 | 4,069 |
| 31 | 5,467 | | | | 11,731 | | 5,929 | 4,198 | | 2,545 | | 0,825 | 5,120 |
| Total general | 4,784 | 6,277 | 7,265 | | 5,679 | 5,502 | 6,952 | 5,256 | 3,845 | 5,163 | 4,223 | 4,474 | 5,276 |

Tabla 37. Velocidades promedio medidas en 2011. Fuente: Elaboración propia

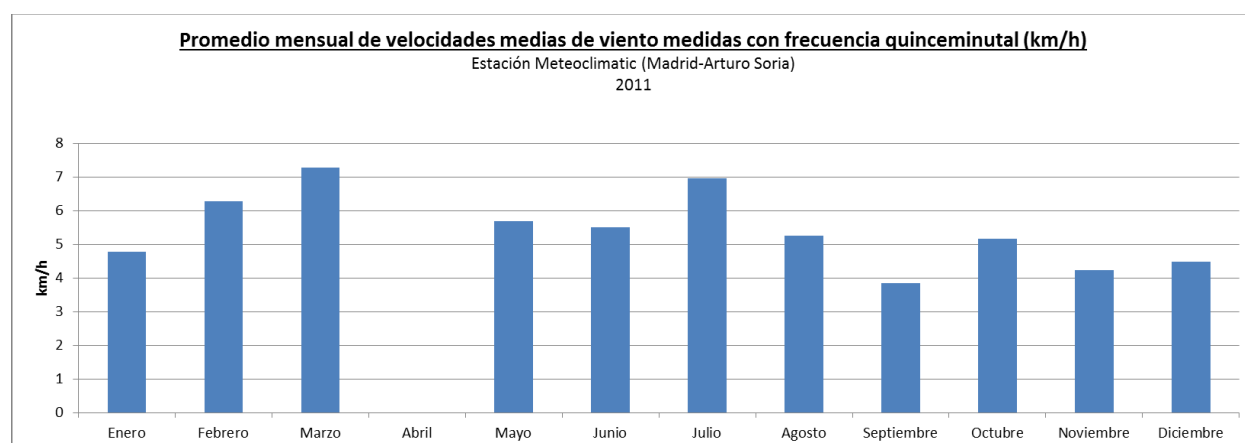


Figura 112. Promedio mensual de velocidades medias de viento en 2011. Fuente: Elaboración propia

2012

Promedio de velocidades medias (km/h)

| | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre | Promedio total mensual |
|--|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|------------|---------|-----------|-----------|------------------------|
| | 4,494 | 9,252 | 5,957 | 9,000 | 5,708 | 6,831 | 6,005 | 5,591 | 6,425 | 3,820 | 5,580 | 3,418 | 6,007 |

| Día | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre | Promedio total diario |
|---------------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|------------|---------|-----------|-----------|-----------------------|
| 1 | 3,863 | 2,919 | 2,698 | 4,644 | 2,333 | 4,583 | 9,015 | 8,337 | 10,301 | 1,756 | 11,713 | 6,308 | 5,699 |
| 2 | 12,619 | 21,329 | 4,272 | 4,823 | 3,950 | 7,715 | 3,948 | 5,067 | 12,389 | 1,598 | 8,802 | 0,504 | 7,256 |
| 3 | 1,529 | 26,581 | 2,650 | 2,756 | 4,655 | 7,338 | 5,056 | 5,272 | 14,688 | 1,908 | 0,621 | 1,912 | 6,240 |
| 4 | 1,527 | 25,190 | 5,354 | 1,664 | 7,902 | 3,250 | 5,823 | 4,050 | 9,177 | 1,968 | 0,305 | 10,837 | 6,747 |
| 5 | 0,745 | 15,098 | 7,240 | 4,071 | 7,392 | 6,312 | 7,469 | 5,677 | 6,562 | 3,623 | 3,820 | 10,846 | 6,703 |
| 6 | 8,542 | 8,478 | 5,169 | 7,882 | 4,242 | 7,740 | 5,131 | 2,992 | 3,442 | 4,152 | 9,910 | 0,648 | 5,690 |
| 7 | 1,121 | 12,896 | 4,567 | 9,325 | 6,226 | 12,771 | 8,377 | 8,994 | 3,404 | 0,842 | 11,992 | 0,671 | 6,765 |
| 8 | 2,402 | 18,058 | 12,279 | 2,433 | 8,433 | 3,723 | 5,067 | 3,623 | 3,526 | 2,237 | 3,510 | 4,538 | 5,827 |
| 9 | 3,200 | 3,088 | 6,565 | 5,129 | 2,227 | 5,046 | 6,508 | 3,842 | 2,451 | 2,190 | 3,844 | 1,106 | 3,768 |
| 10 | 4,876 | 7,165 | 2,427 | 14,491 | 6,281 | 9,979 | 8,453 | 5,325 | 3,240 | 4,124 | 9,965 | 0,564 | 6,392 |
| 11 | 4,701 | 9,119 | 5,337 | 8,154 | 3,309 | 13,869 | 5,510 | 8,244 | 1,527 | 8,025 | 14,433 | 2,141 | 7,040 |
| 12 | 1,994 | 14,617 | 2,883 | 5,962 | 5,058 | 8,202 | 4,487 | 3,754 | 6,508 | 3,132 | 9,465 | 0,908 | 5,579 |
| 13 | 1,318 | 18,142 | 2,798 | 10,917 | 6,256 | 4,536 | 6,653 | 3,213 | 13,333 | 2,494 | 8,688 | 3,710 | 6,854 |
| 14 | 0,808 | 7,967 | 3,813 | 14,333 | 9,490 | 7,183 | 5,168 | 6,661 | 2,756 | 6,292 | 6,871 | 10,131 | 6,800 |
| 15 | 1,306 | 9,571 | 5,194 | 14,437 | 7,506 | 7,392 | 6,604 | 12,571 | 3,502 | 2,217 | 6,098 | 11,298 | 7,312 |
| 16 | 11,863 | 10,249 | 5,747 | 23,329 | 5,396 | 6,171 | 8,686 | 1,834 | 3,139 | 1,641 | 2,819 | 10,383 | 7,627 |
| 17 | 9,306 | 6,848 | 9,648 | 7,897 | 5,417 | 6,242 | 5,371 | 3,202 | 2,895 | 3,169 | 5,002 | 5,687 | 5,893 |
| 18 | 2,815 | 4,127 | 7,690 | 17,660 | 7,608 | 3,720 | 3,517 | 3,069 | 3,540 | 5,673 | 5,352 | 0,352 | 5,430 |
| 19 | 1,574 | 6,741 | 13,454 | 16,304 | 10,546 | 4,676 | 3,512 | 3,750 | 10,488 | 2,804 | 2,208 | 0,124 | 6,370 |
| 20 | 5,154 | 7,423 | 14,246 | 11,813 | 4,588 | 6,813 | 5,827 | 3,260 | 6,566 | 3,700 | 0,850 | 6,589 | 6,395 |
| 21 | 3,687 | 1,856 | 7,779 | 7,781 | 9,385 | 10,331 | 9,027 | 3,864 | 3,169 | 0,869 | 2,535 | 9,750 | 5,844 |
| 22 | 0,871 | 4,404 | 2,632 | 6,829 | 5,050 | 4,106 | 7,119 | 3,790 | 1,842 | 0,846 | 4,294 | 0,523 | 3,525 |
| 23 | 4,474 | 4,194 | 6,939 | 11,260 | 4,494 | 4,244 | 5,990 | 6,233 | 9,966 | 2,102 | 1,027 | 0,853 | 5,151 |
| 24 | 5,467 | 3,427 | 3,857 | 10,708 | 3,387 | 4,689 | 4,871 | 5,392 | 11,952 | 4,453 | 0,760 | 1,939 | 5,075 |
| 25 | 2,373 | 3,596 | 4,437 | 12,349 | 6,540 | 6,556 | 5,352 | 6,162 | 12,064 | 5,692 | 0,528 | 1,429 | 5,601 |
| 26 | 1,512 | 3,644 | 7,304 | 6,954 | 7,954 | 4,478 | 8,356 | 5,522 | 5,392 | 3,904 | 5,691 | 0,265 | 5,085 |
| 27 | 11,308 | 5,106 | 5,640 | 6,484 | 4,490 | 5,540 | 6,983 | 5,333 | 5,302 | 13,490 | 1,444 | 0,523 | 5,978 |
| 28 | 9,875 | 3,331 | 6,162 | 7,655 | 5,314 | 9,162 | 3,798 | 3,110 | 7,871 | 10,425 | 6,460 | 0,495 | 6,140 |
| 29 | 14,282 | 2,890 | 5,833 | 5,728 | 4,453 | 11,652 | 3,460 | 4,996 | 9,771 | 1,493 | 8,829 | 0,240 | 6,134 |
| 30 | 1,910 | | 6,398 | 5,844 | 2,015 | 6,848 | 4,726 | 10,779 | 1,969 | 6,998 | 5,285 | 0,456 | 4,822 |
| 31 | 2,105 | | 3,587 | | 4,942 | | 6,406 | 15,497 | | 4,577 | | 0,107 | 5,315 |
| Total general | 4,494 | 9,252 | 5,957 | 9,000 | 5,708 | 6,831 | 6,005 | 5,591 | 6,425 | 3,820 | 5,580 | 3,418 | 5,979 |

Tabla 38. Velocidades promedio medidas en 2012. Fuente: Elaboración propia

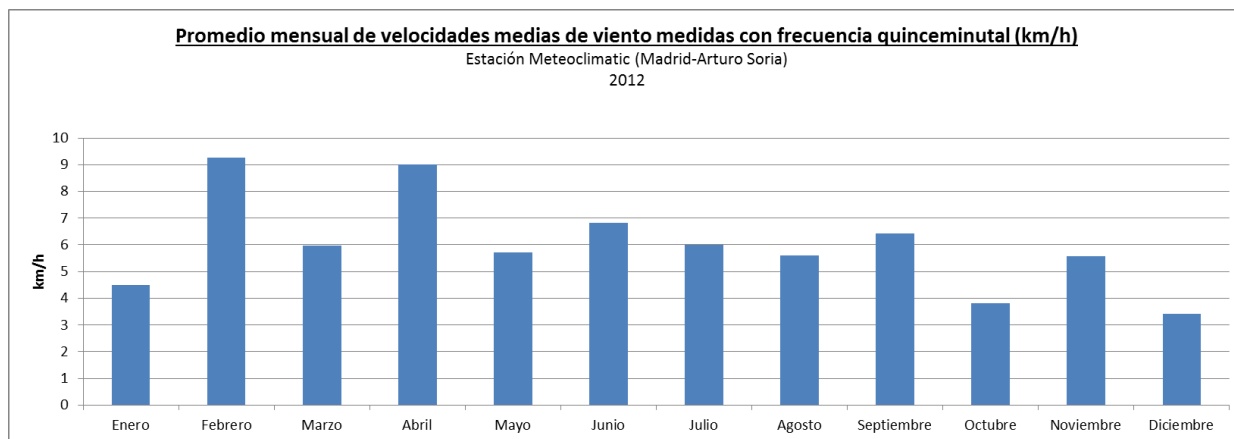


Figura 113. Promedio mensual de velocidades medias de viento en 2012. Fuente: Elaboración propia

2013

Promedio de velocidades medias (km/h)

| | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Promedio total mensual |
|--|-------|---------|-------|-------|-------|-------|------------------------|
| | 5,805 | 6,590 | 6,493 | 7,057 | 4,623 | 5,173 | 5,957 |

| Día | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Promedio total diario |
|----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------------------|
| 1 | 0,579 | 6,133 | 8,200 | 9,998 | 0,745 | 5,173 | 5,127 |
| 2 | 7,517 | 12,927 | 1,307 | 6,240 | 3,725 | | 6,354 |
| 3 | 2,300 | 10,907 | 6,480 | 2,465 | 5,256 | | 5,468 |
| 4 | 0,927 | 0,554 | 11,950 | 3,051 | 2,585 | | 3,824 |
| 5 | 0,273 | 3,325 | 1,867 | 9,371 | 0,819 | | 3,118 |
| 6 | 0,140 | 14,377 | 7,204 | 4,882 | 5,989 | | 6,551 |
| 7 | 0,125 | 5,356 | 9,747 | 2,271 | 3,762 | | 4,242 |
| 8 | 1,087 | 10,259 | 4,328 | 7,739 | 2,454 | | 5,178 |
| 9 | 1,366 | 6,277 | 7,017 | 12,467 | 5,979 | | 6,632 |
| 10 | 0,248 | 8,660 | 12,540 | 8,858 | 1,863 | | 6,443 |
| 11 | 0,700 | 13,223 | 14,231 | 13,854 | 3,341 | | 9,073 |
| 12 | 9,491 | 4,931 | 6,504 | 3,575 | 5,968 | | 6,087 |
| 13 | 10,952 | 0,733 | 14,287 | 1,252 | 3,429 | | 6,131 |
| 14 | 6,379 | 1,210 | 5,269 | 5,552 | 2,750 | | 4,228 |
| 15 | 14,481 | 0,672 | 1,071 | 3,471 | 3,949 | | 4,739 |
| 16 | 16,040 | 0,644 | 2,093 | 1,787 | 5,112 | | 5,158 |
| 17 | 8,571 | 1,823 | 0,994 | 3,472 | 5,608 | | 4,101 |
| 18 | 15,354 | 0,677 | 8,042 | 2,523 | 7,588 | | 6,819 |
| 19 | 10,305 | 8,339 | 1,260 | 16,124 | 3,419 | | 7,866 |
| 20 | 11,988 | 2,706 | 2,177 | 10,217 | 3,221 | | 6,062 |
| 21 | 12,244 | 5,445 | 1,544 | 4,248 | 6,444 | | 5,974 |
| 22 | 7,773 | 10,975 | 2,625 | 10,040 | 6,206 | | 7,528 |
| 23 | 13,890 | 13,506 | 1,669 | 5,071 | 5,037 | | 7,865 |
| 24 | 10,002 | 6,336 | 4,585 | 2,815 | 3,644 | | 5,456 |
| 25 | 0,669 | 7,130 | 13,352 | 13,367 | 3,794 | | 7,664 |
| 26 | 4,217 | 1,771 | 10,748 | 5,396 | 7,189 | | 5,865 |
| 27 | 7,052 | 4,248 | 7,219 | 13,250 | 3,304 | | 7,015 |
| 28 | 4,790 | 21,279 | 9,587 | 16,404 | 8,960 | | 12,201 |
| 29 | 0,227 | | 11,760 | 10,634 | 7,571 | | 7,532 |
| 30 | 0,190 | | 8,083 | 1,431 | 2,676 | | 3,096 |
| 31 | 0,175 | | 3,347 | | 10,879 | | 4,806 |
| Total general | 5,805 | 6,590 | 6,493 | 7,057 | 4,623 | 5,173 | 6,095 |

Tabla 39. Velocidades promedio medidas en 2013. Fuente: Elaboración propia

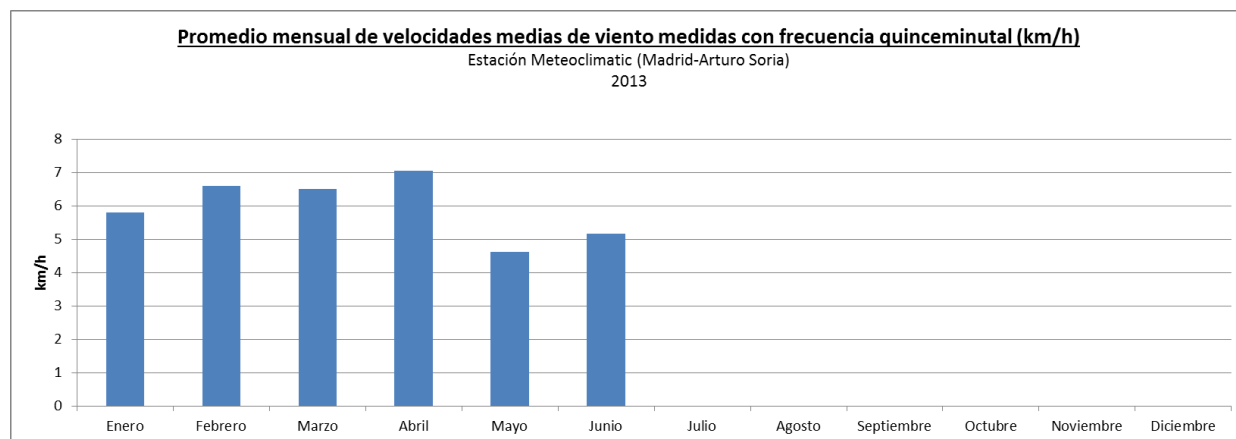


Figura 114. Promedio mensual de velocidades medias de viento en 2013. Fuente: Elaboración propia

En base a estos promedios, hemos elaborado una curva de tendencia de velocidades promedio del viento para los años 2011, 2012 y 2013.

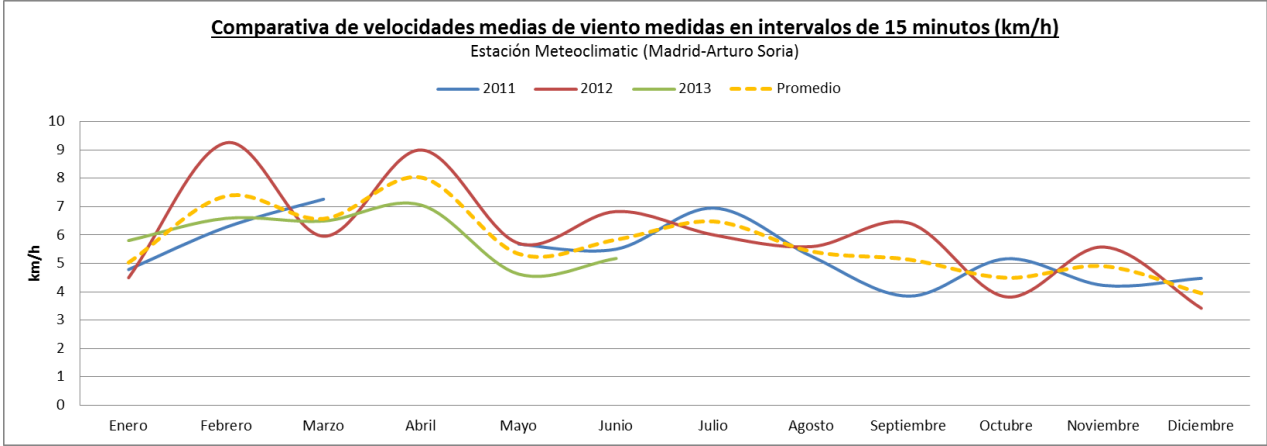


Figura 115. Velocidades medias mensuales en 2011, 2012 y 2013. Fuente: Elaboración propia

Resultando en un cálculo de incrementos mensuales medidos en base a la velocidad registrada durante el mes de Febrero (por ser históricamente el mes en el que los vientos suelen ser de mayor intensidad).

| | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIEMBRE | OCTUBRE | NOVIEMBRE | DICIEMBRE |
|------------------------------|---------|---------|---------|-------|---------|---------|---------|---------|------------|---------|-----------|-----------|
| Promedio de velocidad (km/h) | 5,03 | 7,37 | 6,57 | 8,03 | 5,34 | 5,84 | 6,48 | 5,42 | 5,14 | 4,49 | 4,90 | 3,95 |
| Incrementos mensuales (%) | -31,81% | 0,00% | -10,86% | 8,89% | -27,61% | -20,85% | -12,13% | -26,44% | -30,35% | -39,08% | -33,52% | -46,48% |

Tabla 40. Incrementos y decrementos relativos mensuales considerados para el modelo predictivo. Fuente: Elaboración propia

Con estos incrementos, hemos considerado que las energías para cada mes serán iguales a la energía producida durante el mes de febrero considerando las ponderaciones correspondientes a cada mes.

2. ANEXO: PRESUPUESTOS

[illegible]

[illegible]

PRESUPUESTO INSTALACIÓN UGE 4 x 1KW



Datos cliente

Juan Luis Rousselot Sanz / Ignacio Santiuste Abella
Avda. Alfonso XIII, 42

Juan Romero Liñares

C/ La Masó #18 portal 1 piso 4- A

Madrid

España

CIF/NIF

(+34) 622089957

Madrid

Madrid

Fecha de presupuesto: 09-07-13

Válidez: 55 días

[illegible]

| | |
|--------------------|------------------|
| TOTAL BRUTO | 50.028,43 |
|--------------------|------------------|



| | | |
|----------|-----|-----------|
| I.V.A. % | 21% | 10.505,97 |
|----------|-----|-----------|

| | |
|--------------------------------|--------------------|
| Total presupuesto | 60.534,39 € |
|--------------------------------|--------------------|

Forma de pago : cheque/ingreso en cuenta/ en metálico (lo que corresponda)

Datos y Firma persona/empresa que confecciona el presupuesto.

ACEPTO EL PRESUPUESTO. Nombre, apellidos y firma del cliente.

| PRESUPUESTO INSTALACIÓN UGE 1 x 4KW | | | | | |
|---|----------|---|---|-------------|--------------------|
|   | | Datos cliente | | | |
| Juan Romero Liñares C/ La Masó #18 portal 1 piso 4- A Madrid España CIF / NIF (+34) 622089957 | | Juan Luis Rousselot Sanz / Ignacio Santiuste Abella Avda. Alfonso XIII, 42 Madrid Madrid | | | |
| Fecha de presupuesto: 09-07-13 | | Válidez: 55 días | | | |
| DESCRIPCION | UNIDADES | PRECIO | % DTO. | PRECIO DTO. | TOTAL |
| Aerogenerador UGE 4K de 4 kW con regulador de | 1 | 21.500,00 | | 21.500,00 | 21.500,00 |
| Torre 5,5 metros | 1 | 500,00 | | 500,00 | 500,00 |
| Estudio e instalación (incluyendo cimentación) | 1 | 850,00 | | 850,00 | 850,00 |
| PVI Wind Interfaces 4000 + INVERSOR AURORA WIND PVI 3.6 TL OUT TD | 1 | 1.700,00 | | 1.700,00 | 1.700,00 |
| Manguera tipo RZ1-K 0.6/1kV 4x4 mm2 (€/m) | 15 | 40,00 | | 40,00 | 600,00 |
| HO7V-K 0.6/1 kV 2 x 1 x 3mm2 (€/m) | 20 | 3,50 | | | 70,00 |
| cables RV-K 0.6/1 kV 2x1x1,5 mm2 (€/m) | 3 | 2,80 | | | 8,40 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| TOTAL BRUTO | | | | | 25.228,40 |
| I.V.A. % | | | | 21% | 5.297,96 |
| Total presupuesto | | | | | 30.526,36 € |
| Forma de pago : cheque/ingreso en cuenta/ en metálico (lo que corresponda) | | | | | |
| Datos y Firma persona/empresa que confecciona el presupuesto. | | | ACEPTO EL PRESUPUESTO. Nombre, apellidos y firma del cliente. | | |
| | | | | | |

3. ANEXO CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

3.1 AEROGENERADORES DE EJE HORIZONTAL









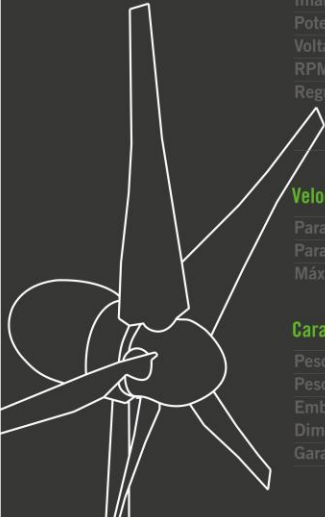
En Movimiento
Desde 1970.

P. I. Riu, Camino del Riu, s/n
03420 Castalla (Alicante) Spain

Tel. +34 / 965 560 025
Fax. +34 / 965 560 752

Email: bornay@bornay.com
www.bornay.com

Bornay



Características técnicas

| | |
|-----------------------|--------------------------|
| Número de hélices | 5 |
| Diámetro | 1,75 mts |
| Material | Nylon inyectado |
| Dirección de rotación | Horario |
| Sistema de control | 1. Regulador electrónico |

Características eléctricas

| | |
|------------------|---|
| Alternador | Trifásico de imanes permanentes |
| Imanes | Neodimio |
| Potencia nominal | 800 w |
| Voltaje | 12, 24, 48 v |
| RPM | @ 500 |
| Regulador | 12 v - 70 Amp 24 v - 35 Amp 48 v - 18 Amp |

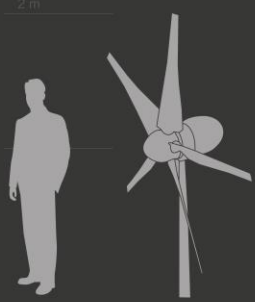
Velocidad del viento

| | |
|-----------------------------|---------|
| Para arranque | 3,5 m/s |
| Para potencia nominal | 12 m/s |
| Máxima velocidad del viento | 60 m/s |

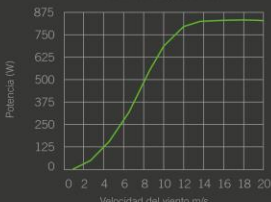
Características físicas

| | |
|--------------------|--------------------|
| Peso aerogenerador | 29 kg |
| Peso regulador | 8 kg |
| Embalaje | 76 x 50 x 46 cm |
| Dimensiones - peso | 0,17 m³ - 40,5 Kgr |
| Garantía | 3 años |

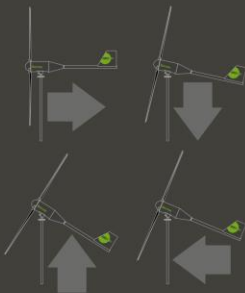
Bee 800




Curva de potencia



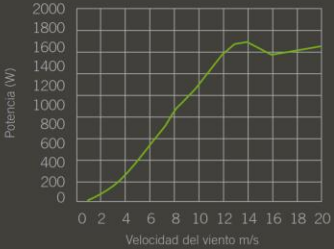
20 21



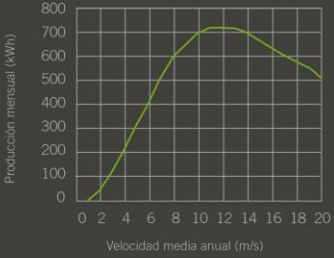
BORNAY 1500



Curva de potencia



Energía



Características técnicas

| | |
|-----------------------|---|
| Número de hélices | 2 |
| Diámetro | 2,86 mts |
| Material | Fibra de vidrio/carbono |
| Dirección de rotación | En sentido contrario a las agujas del reloj |
| Sistema de control | 1. Regulador electrónico 2. Pasivo por inclinación |

Características eléctricas

| | |
|------------------|--|
| Alternador | Trifásico de imanes permanentes |
| Imanes | Neodimio |
| Potencia nominal | 1500 w |
| Voltaje | 24, 48, 120 v |
| RPM | @ 700 |
| Regulador | 24 v - 80 Amp 48 v - 40 Amp 120v. Conexión red |

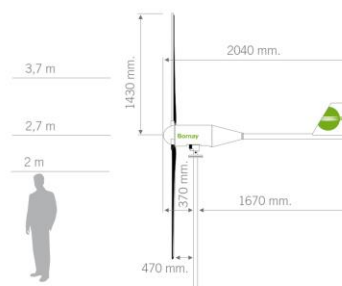
Velocidad del viento

| | |
|-----------------------------|---------|
| Para arranque | 3,5 m/s |
| Para potencia nominal | 12 m/s |
| Para frenado automático | 14 m/s |
| Máxima velocidad del viento | 60 m/s |

Características físicas

| | |
|--------------------|--------------------------|
| Peso aerogenerador | 41 kg |
| Peso regulador | 8 kg |
| Embalaje | 50 x 77 x 57 cm - 57 kg |
| Dimensiones - peso | 153 x 27 x 7 cm - 6,8 kg |
| Total | 0,23 m³ - 61,8 Kgr |
| Garantía | 3 años |

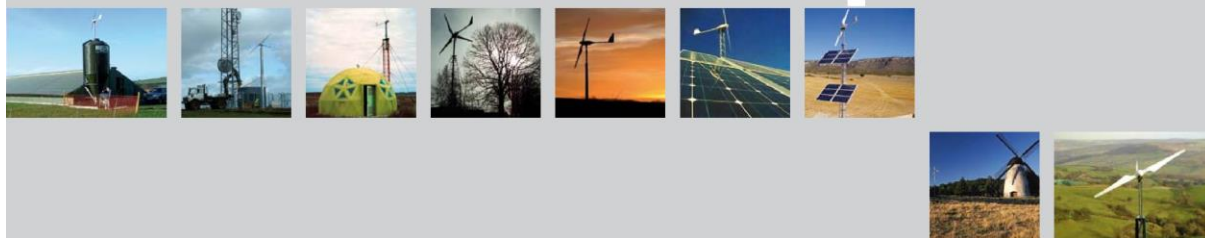
Bornay 



Bornay 

➤ 26 27

Instalaciones típicas



Aplicaciones aisladas

| Consumos | Cantidad | Potencia | Horas | Consumo diario |
|-------------------|----------|----------|-------|----------------|
| Alumbrado | 8 | 13 | 2 | 208 Wh |
| Alumbrado | 5 | 10 | 5 | 250 Wh |
| TV | 1 | 250 | 4 | 1000 Wh |
| Video | 1 | 150 | 1 | 150 Wh |
| Ordenador | 1 | 180 | 4 | 720 Wh |
| Frigorífico | 1 | 180 | 12 | 2160 Wh |
| Lavadora | 1 | 750 | 1 | 750 Wh |
| Pequeños consumos | 1 | 500 | 2 | 1000 Wh |
| Consumos | | | | 6238 Wh |

| Baterías | |
|--------------------|---------------|
| Tensión de batería | 24 voltios |
| Días de autonomía | 3 días |
| Capacidad batería | 897 Ah - C100 |

| Inversor | | | |
|--------------------|-------------|-----------|--------|
| Voltaje de entrada | 24 voltios | Cargador | Si |
| Voltaje de salida | 220 voltios | Trifásico | No |
| Frecuencia | 50 Hz | Senoidal | Pura |
| Potencia máxima | 2164 W pico | Inversor | 3000 W |

| Producción | Cantidad | Potencia | Isolación | Consumo diario |
|-----------------------|----------------------|----------|-----------|----------------|
| Paneles solares | 10 | 100 | 4 | 4000 Wh |
| | Velocidad del viento | Potencia | Cantidad | Consumo diario |
| Bornay 1500 neo 24 v. | 5 | 245 | 1 | 2695 Wh |
| Producción | | | | 6695 Wh |



A Aerogenerador

Genera electricidad a partir de la fuerza del viento, tanto de día como de noche. Su potencia deberá ser acorde a las necesidades de consumo de la instalación.

B Batería

Almacena la energía generada por el aerogenerador y paneles solares, suministrándola posteriormente para su consumo. La autonomía mínima recomendada es de tres días.

Aplicaciones Aisladas

I Inversor

Trasforma la electricidad almacenada en forma de corriente continua, en electricidad apta para uso doméstico: corriente alterna a 220 V. puede incorporar un cargador de recarga de baterías en caso de disponer de una fuente externa de CA como un grupo electrógeno.

R Regulador

Controla la generación eléctrica del aerogenerador y paneles solares, y el estado de la batería. Previene la sobrecarga y descarga de las baterías.

Ps Paneles Solares

Generan electricidad a través de la radiación solar, su funcionamiento está limitado por tanto a las horas de sol. En combinación con el aerogenerador, garantizan una producción eléctrica estable durante todo el año. La cantidad de paneles y su potencia, depende de la demanda energética requerida.

Telecomunicaciones

A Aerogenerador

Genera electricidad a partir de la fuerza del viento, tanto de día como de noche. Su potencia deberá ser acorde a las necesidades de consumo de la instalación.

B Batería

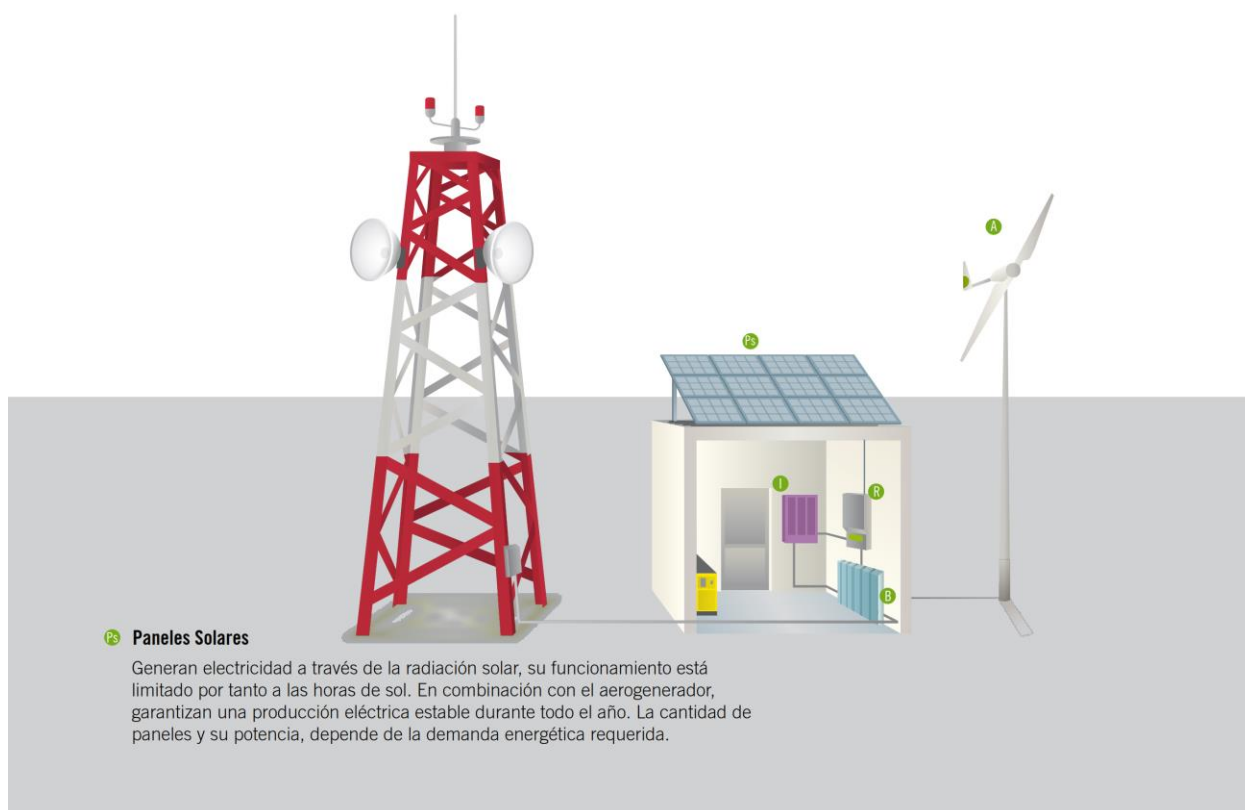
Almacena la energía generada por el aerogenerador y paneles solares, suministrándola posteriormente para su consumo. La autonomía mínima recomendada es de tres días.

I Inversor

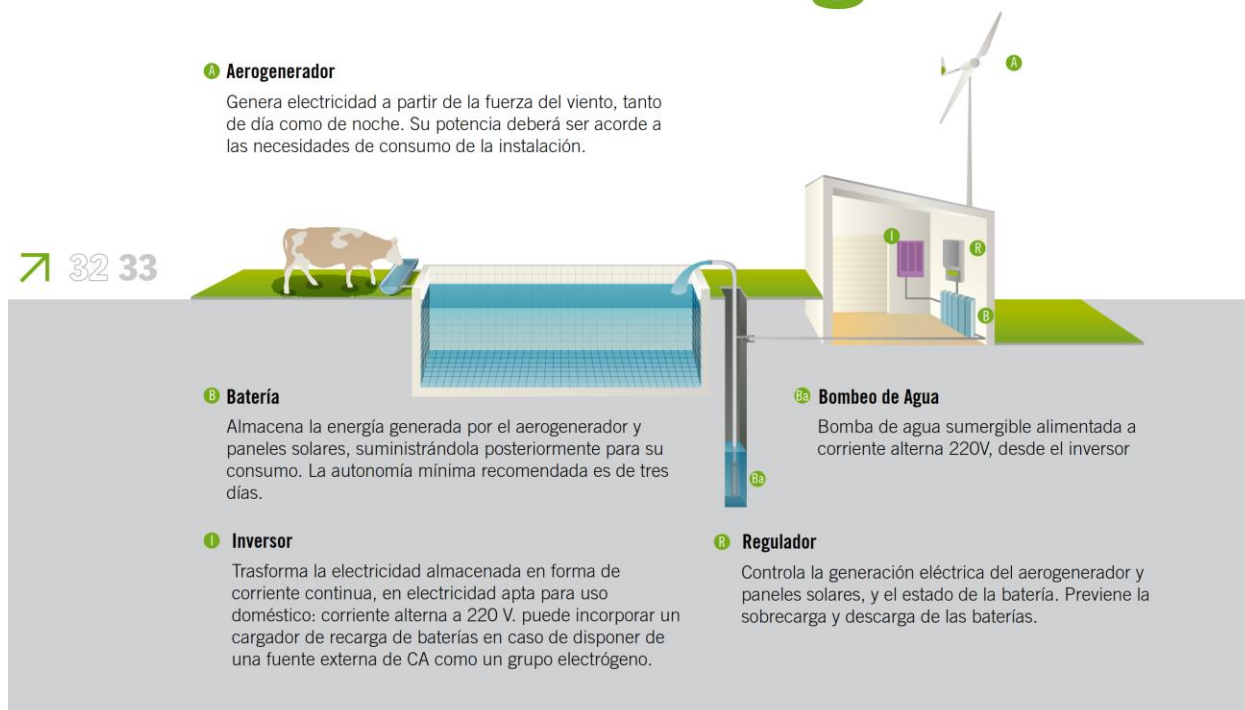
Trasforma la electricidad almacenada en forma de corriente continua, en electricidad apta para uso doméstico: corriente alterna a 220 V. puede incorporar un cargador de recarga de baterías en caso de disponer de una fuente externa de CA como un grupo electrógeno.

R Regulador

Controla la generación eléctrica del aerogenerador y paneles solares, y el estado de la batería. Previene la sobrecarga y descarga de las baterías.

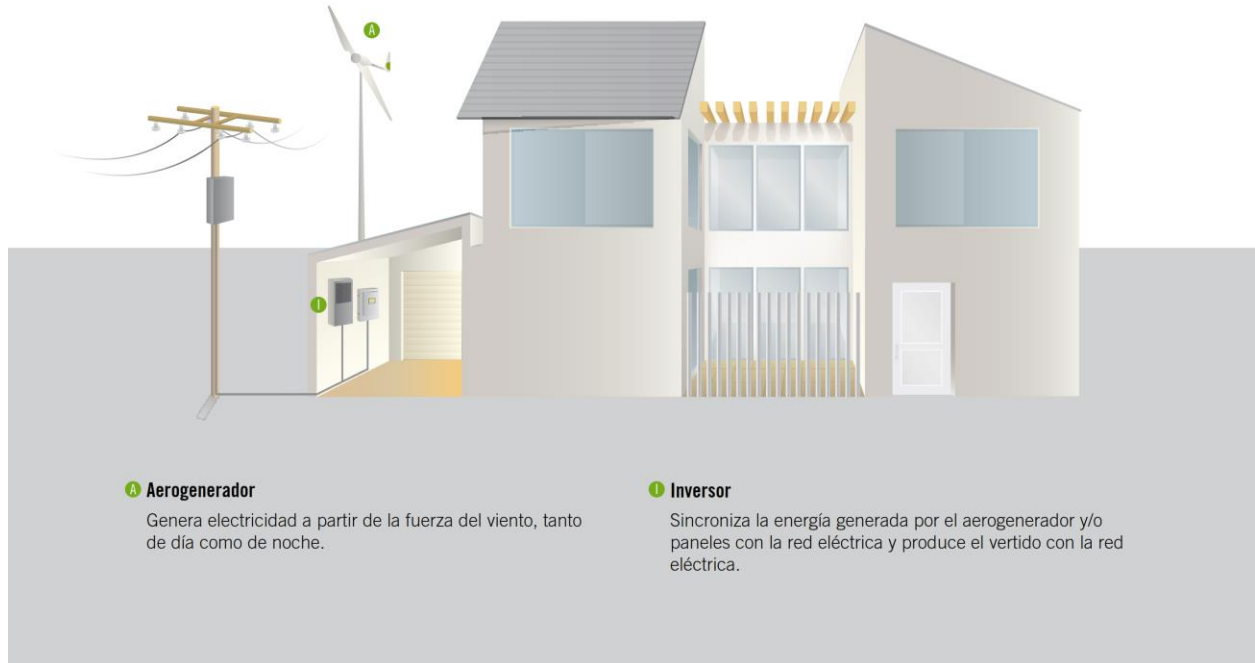


Bombeo de agua



Conexión a red

Bornay 



3.2. AEROGENERADORES DE EJE VERTICAL



Technical Documentation

Specifications for eddyGT

Document Number (s): UGE-1K-SPC-001

Original Date: May 20, 2011

Revised On: December 21, 2011

Version: 1.2

Completed by: JG

Checked by: SVP

Please note that our documents are occasionally updated. You may verify the validity of this document by visiting: www.urbangreenenergy.com/documents

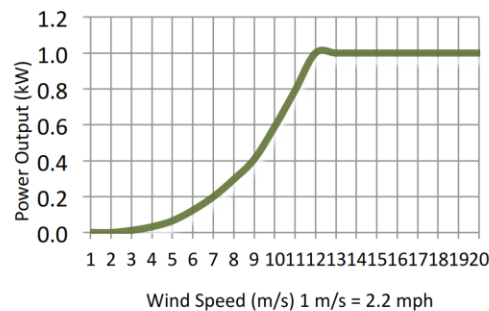


Urban Green Energy

eddyGT Wind Turbine Specifications

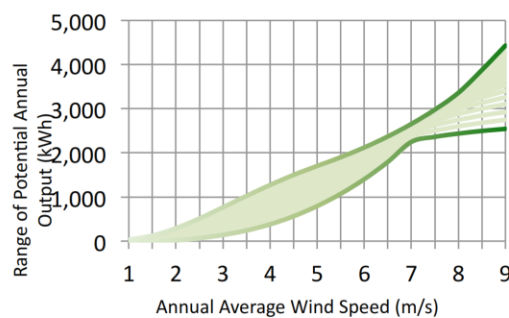
Physical Information

| | |
|-----------------|-------------------------------|
| Axis | Vertical |
| Height | 2.70 meters |
| Width | 1.80 meters |
| Weight | 180 kg |
| Swept Area | 4.62 m ² |
| Blade Materials | Fiberglass & Low-Density Foam |



Performance

| | |
|-----------------------------------|----------|
| Rated Power | 1000 W |
| Cut-in Wind Speed | 3.5 m/s |
| Cut-out Wind Speed | 30 m/s |
| Rated RPM | 200 RPM |
| Survival Wind Speed | 50 m/s |
| Rated Wind Speed | 12 m/s |
| Annual Energy at 5 m/s | 1250 kWh |
| Noise from IEC 61400-11 at 12 m/s | 38 dB |



Certifications

| | |
|--------------|---------------------------------|
| CE Certified | European Conformity |
| IEC-61400-2 | Wind Turbine Safety |
| IEC-61400-11 | Noise Level Certification |
| IEC-61400-12 | Power Performance Certification |
| ISO-2631 | Vibration Level Certification |

Electric Generation

| | |
|---------------------------|---|
| Generator Type | Three-Phase Permanent Magnet |
| Temperature | -25 C to +65 C (-13 F to +150 F) |
| Drive System | Direct Drive |
| Rated Output | |
| Off-Grid | 24 Vdc |
| Grid-Tie | 530 Vdc |
| Inverters and Controllers | Available for all locations and regulations |



Specifications for UGE-4K

Document Number (s): UGE-4K-SPC-001

Original Date: May 20, 2011

Revised On: July 20, 2011

Version: 1.1

Completed by: MC

Checked by: YW

Please note that our documents are occasionally updated. You may verify the validity of this document by visiting: www.urbangreenenergy.com/documents



Urban Green Energy

4kW Wind Turbine Specifications

Physical Information

| | |
|-----------------|------------------------------|
| Axis | Vertical |
| Height | 4.60 meters |
| Width | 3.00 meters |
| Weight | 461 kg |
| Swept Area | 13.8 m ² |
| Blade Materials | Carbon Fiber & Fiberglass |

Performance

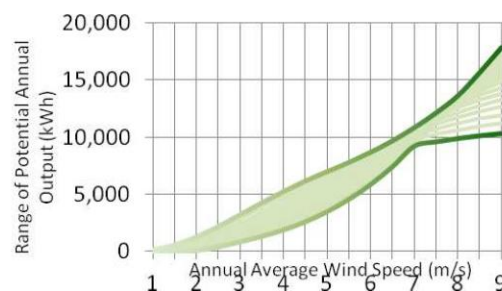
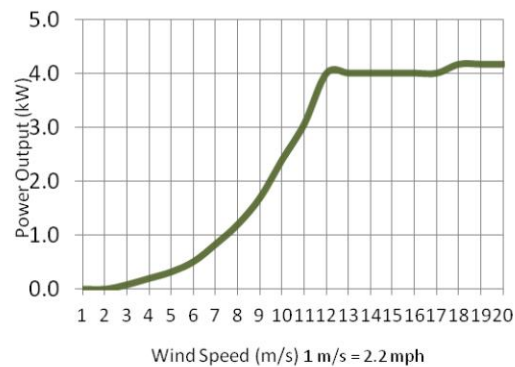
| | |
|--------------------------------------|----------|
| Rated Power | 4000 W |
| Cut-in Wind Speed | 3.5 m/s |
| Cut-out Wind Speed | 30 m/s |
| Rated RPM | 110 RPM |
| Survival Wind Speed | 55 m/s |
| Rated Wind Speed | 12 m/s |
| Annual Energy at 5 m/s | 4560 kWh |
| Noise from IEC 61400-11 at 12 m/s | 38 dB |

Certifications

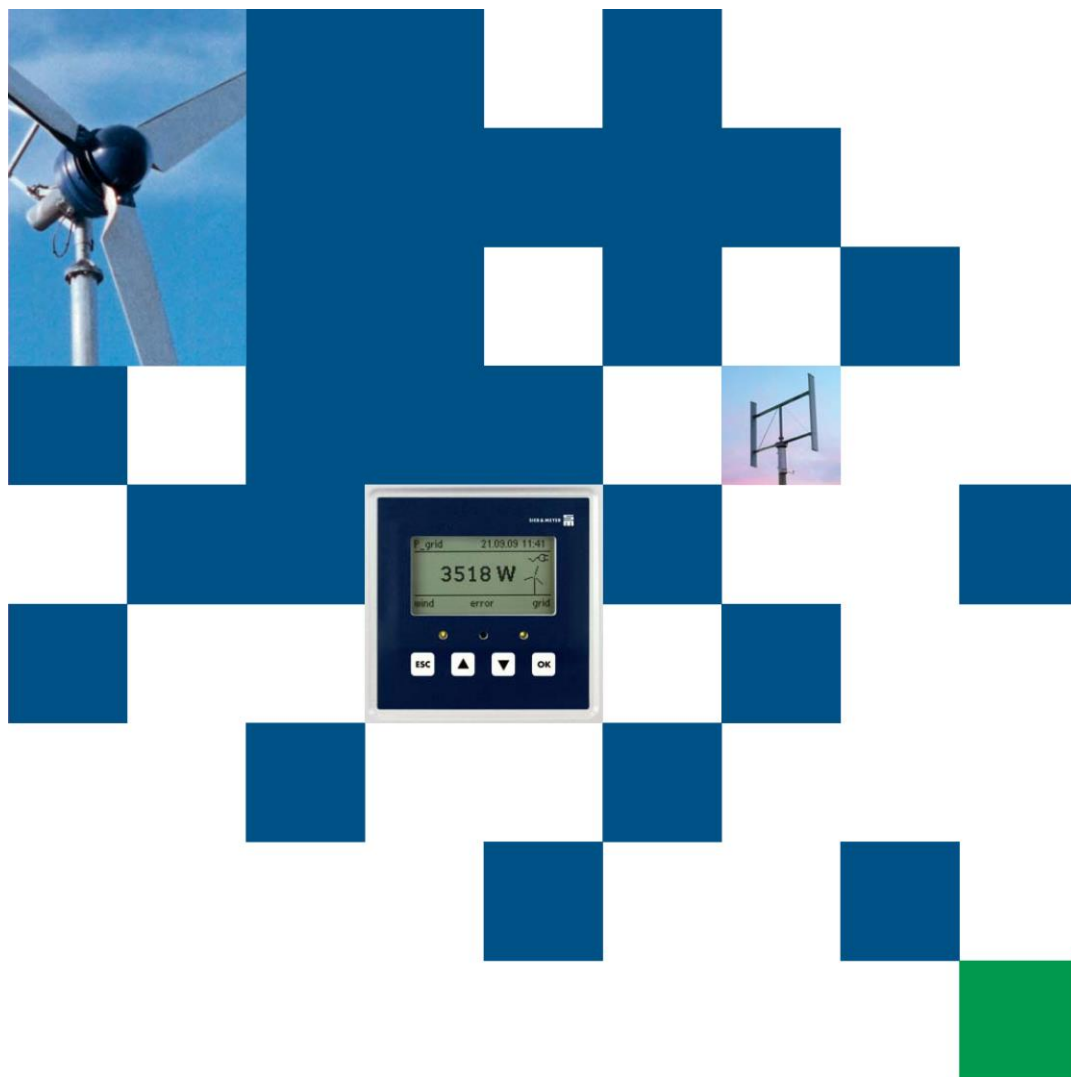
| | |
|--------------|---------------------------------|
| CE Certified | European Conformity |
| IEC-61400-2 | Wind Turbine Safety |
| IEC-61400-11 | Noise Level Certification |
| IEC-61400-12 | Power Performance Certification |
| ISO-2631 | Vibration Level Certification |

Electric Generation

| | |
|---------------------------|---|
| Generator Type | Three-Phase Permanent Magnet |
| Ambient Temperature | -25 C to 65 C (-13 F to 150 F) |
| Drive System | Direct Drive |
| Rated Output | |
| Off-Grid | 48 Vdc |
| Grid-Tie | 600 Vdc |
| Inverters and Controllers | Available for all locations and regulations |



3.3. INVERSORES



Feed-in Converter
aeocon

SIEB & MEYER

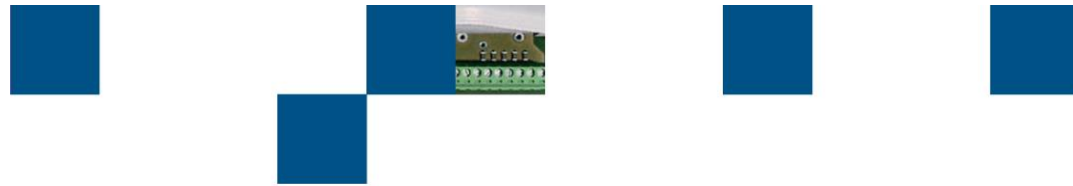




Top Technology made in Germany

SIEB & MEYER was founded in 1962 and has been an internationally successful company in the field of industrial electronics since then. With 250 employees we develop and manufacture control and drive technology. Our product range includes controllers for the machine construction and automation technology, servo amplifiers for various drives, frequency converters for high-speed applications and feed-in technology for renewable energy. Concentration on our core competence results in a worldwide leading position for controllers in the field of PCB drilling and routing machines. Close cooperation with our customers from the development up to the troublefree operation of our products is the basis of our quality philosophy. Highly qualified engineering teams and a modern manufacturing process lead to a maximum amount of innovations and flexibility in serving our customers. Worldwide service and customeroriented trainings are guaranteed with our headquarters in Lueneburg and our subsidiaries.





aeocon – The Smart All-rounder

The feed-in converter **aeocon** for small wind turbines has been developed based on a concept SIEB & MEYER has applied a patent for. **aeocon** combines the rectifier, the inverter and the ballast circuit in one compact housing. This concept allows triggering the external ballast resistor directly.

The „brain“ of **aeocon** is the control especially adapted to the requirements of small wind turbines. This allows excellent control of the different operating modes under consideration of the characteristic curve of the turbine. The control ensures smooth start-up of the wind turbine at every time and selection of the optimum operating point during different wind conditions. Thanks to the Maximum Power Point Tracking (MPPT) the best possible efficiency is reached particularly during partial-load conditions. The rated electric power of the device to be connected to a single-phase 230 V mains is specified with 4 respectively 5 kW. Besides the control tasks the maintenance-free device fulfills various protective functions during operation – for example the controlled load of the rotor in the event of an AC power failure by means of an external ballast resistor.

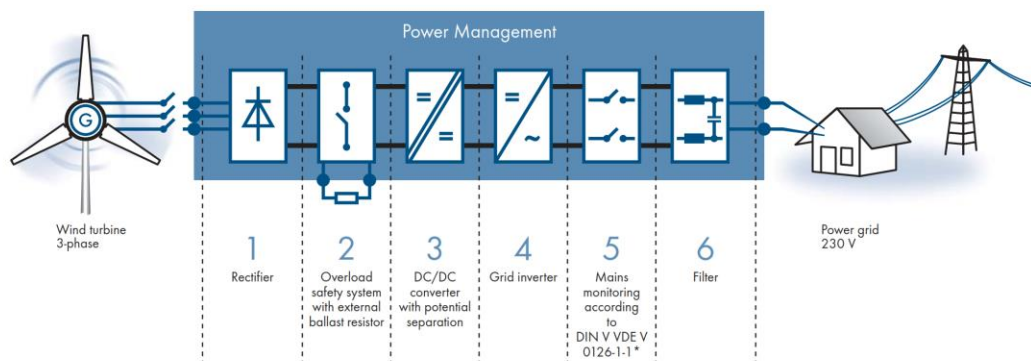


Why aeocon?

aeocon extracts the maximum of the small wind turbine. The converter is a real expert for the operation of wind turbines. The control speed meets the high demands of small wind turbines. **aeocon** monitors the rotor speed by using the generator frequency. Together with the 8 interpolation points used for precise adjustment of the control curve **aeocon** reaches excellent control performances. Furthermore, the control curve automatically adapts to the current wind conditions and thus compensates mechanical construction tolerances of the wind turbine. The wide input voltage range allows effective operation also at low wind speeds. When the small wind turbine not generate power **aeocon** shuts down and does not use power from the grid.

As soon as the small wind turbine supplies **aeocon** with power, **aeocon** switches on and controls the turbine. Since small wind turbines often operate under partial-load, **aeocon** is optimized to reach high efficiency also in this range. This in turn has positive effects on the energy yield. But what happens, if the wind turbine generates more power than can be fed into the electric mains or if mains power fails? **aeocon** activates the load resistor and safely discharges surplus power up to 5 kW. This energy – converted into heat – can for example be used to support the heating system. The integrated galvanic separation allows parallel connection of the devices ensuring an optimal field of application also in three-phase feed-in small wind turbines at powers up to 12 respectively 15 kW.

Block Diagram for aeocon





The Interfaces of **aeocon**



Monitor the Wind!

aeocon comes with a data logger including a real-time clock which continuously records the performance of the wind turbine. The memory is equipped with a battery, ensuring that no data will be lost during windless conditions. The graphic display integrated in the device front provides all relevant information on the operating state of the system. The following values can be displayed:

| | |
|--------------------------------|---------------------|
| Mains power | P_{Mains} |
| Mains energy | E_{Mains} |
| Power of the heating resistor | P_{Heat} |
| Energy of the heating resistor | E_{Heat} |
| Speed of the wind turbine | n_{WT} |
| Generator voltage | U_{WT} |
| Converter temperature | T_{aeocon} |
| Mains voltage | U_{Mains} |
| Mains current | I_{Mains} |
| Mains frequency | f_{Mains} |

Via the terminal parameters in the data logger are shown and the real time clock can be set. Switching between English, German or French is possible.



Technical Specifications **aeocon**

| Input (3-phase) | |
|--|---|
| Generator type | Permanently excited synchronous generator |
| Operating voltage range | 40 V _{AC} to 340 V _{AC} |
| Maximum voltage | 400 V _{AC} |
| Optimum generator voltage at rated power | 300 V _{AC} |

| Ballast circuit | |
|---------------------------|---|
| Switching threshold | 480 V _{DC} (correspond to 340 V _{AC} generator voltage) |
| External ballast resistor | 22 – 46 ohms, 5 kW |

| Output (1-phase) | |
|---------------------------------------|------------------------|
| Rated voltage | 230 V _{AC} |
| Rated power aeocon 3600/4600 | 4 kW / 5 kW |
| Rated current aeocon 3600/4600 | 17 A / 22A |
| Mains frequency | 50 Hz / 60 Hz |
| Mains monitoring | DIN V VDE V 0126-1-1 * |

| General data | |
|--------------------------------|--------------------|
| Weight | 25 kg |
| Dimensions (h x w x d) | 537 x 306 x 203 mm |
| Protective system | IP40 |
| Type of cooling | Natural convection |
| Admissible ambient temperature | -20°C to +40°C |

The stated current and voltage values are rms values.

* EN 50438 and G83/1 in preparation

Subject to changes and errors.



- CNC Controllers
- Drive Electronics
- Feed-in Technology

SIEB & MEYER AG

Auf dem Schmaarkamp 21
21339 Lüneburg
Germany
Phone +49-4131-203-0
Fax +49-4131-203-2000
E-Mail: info@sieb-meyer.de
www.sieb-meyer.com

SIEB & MEYER ASIA Co., Ltd.

5th Fl., No. 578, Sec.1, Min-Sheng N. Rd.
Kwei-Shan Hsiang, Tao-Yuan Hsien 33393
Taiwan, R.O.C.
Phone +886-3-3115560
Fax +886-3-3221224
E-Mail: smasia@ms42.hinet.net
www.sieb-meyer.com

SIEB & MEYER USA, LLC

4460 Lake Forest Drive, Suite 228
Cincinnati - OH 45242 - USA
Phone +1-513-563-0860
Fax +1-513-563-7576
E-Mail: sales@sieb-meyersusa.com
www.sieb-meyersusa.com

SIEB & MEYER (SHENZHEN) TRADING Co. Ltd.

1. Floor, B Room of D1 block, DongNan GongMao Building
Dongjiaotou Shekou, Houhai Ave, Nanshan District
Shenzhen City, 518067, P.R. China
Phone +86-755-26811417 / +86-755-26812487
Fax +86-755-26812967
E-Mail: sma-china@umail.hinet.de
www.sieb-meyer.com



AURORA®

PVI-3.0-OUTD-US-W PVI-3.6-OUTD-US-W PVI-4.2-OUTD-US-W

GENERAL SPECIFICATONS

AURORA WIND

Aurora grid-tie transformerless wind inverters offer a unique combination of high efficiencies, installer-friendly designs and long service life. A major selling point of the Aurora Wind inverter is its very wide input voltage range ensuring power is continuously harvested from the lightest breeze to the strongest wind.

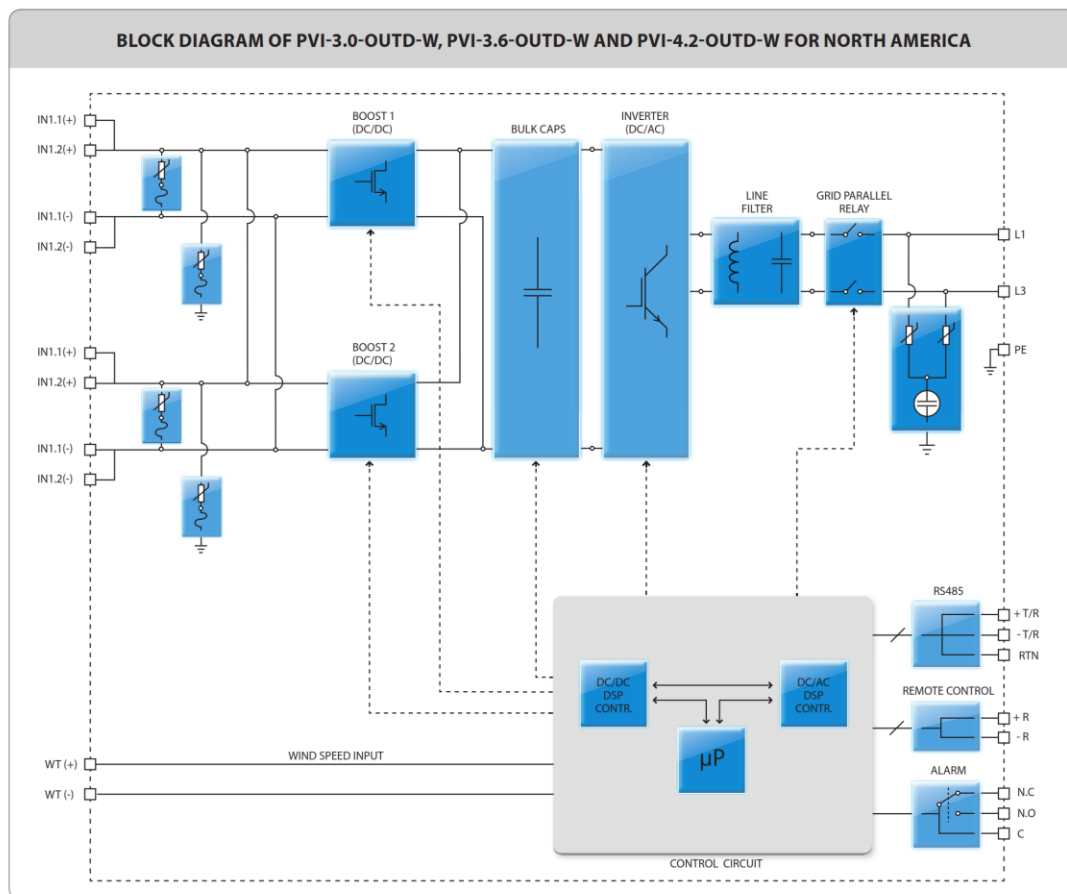
The competitive initial acquisition costs matched with the high efficiencies of up to 96.9% significantly increase return on investment on wind-power installations.

This compact, weather-sealed inverter has a programmable 16-point profile which allows a tight match for any compatible permanent magnet turbine.

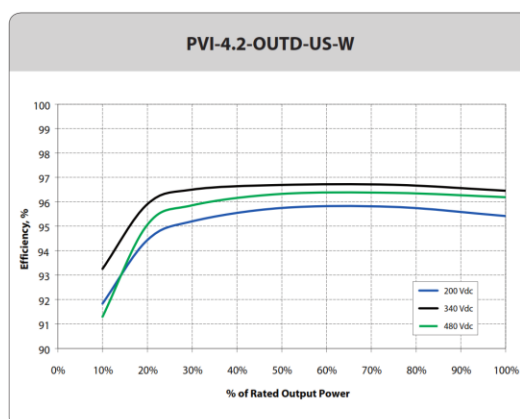
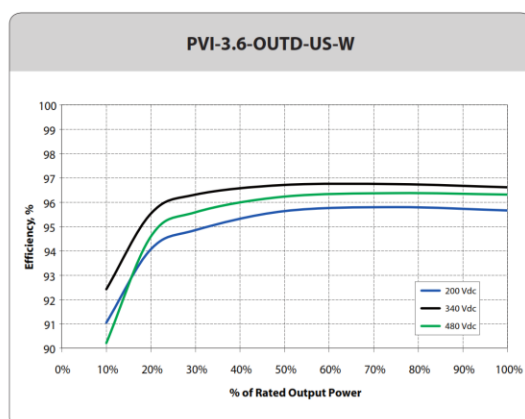


Features

- Single Phase Output
- Transformerless operation for highest efficiency
- Power curve customization with high granularity to reach high level of power production yield
- Outdoor enclosure for unrestricted use under any environmental conditions
- Compact size and high power density
- Optimized real time power curve tracking algorithm and improved energy harvesting
- High overload capability: works up the power max limits under most ambient conditions
- Compatible with 25kW Wind Interface
- Compatible with 7200 Wind Interface
- Compatible with 4000 Wind Interface



Block Diagram and Efficiency Curves



| PARAMETER | PVI-3.0-OUTD-US-W | | | PVI-3.6-OUTD-US-W | | | PVI-4.2-OUTD-US-W | | |
|---|---|-------------|-------------|-------------------|-------------|-------------|-------------------|-----------|-----------|
| Input Side | | | | | | | | | |
| Maximum Absolute DC Input Voltage $V_{(dc,abs)}$ | 600 V | | | | | | | | |
| Operating DC Input Range $(V_{dcmin}...V_{dcmax})$ | 50...580 V | | | | | | | | |
| DC Input range at full power $(V_{fp,min}...V_{fp,max})$ | 200...530 V | | | 220...530 V | | | 200...530 V | | |
| Dc Power Limitation | Linear Derating From MAX to Null [530V≤Vdc≤580V] | | | | | | | | |
| Maximum DC Input Current (I_{dcmax}) | 20 A | | | 32 A | | | 32 A | | |
| Maximum Input Short Circuit Current | 25 A | | | 40 A | | | 40 A | | |
| DC Connection Type Screw Terminal Block 3 Knock-Outs: 1 ½" or 1" (w/ Ring Red.) | | | | | | | | | |
| Input Protection | | | | | | | | | |
| Reverse Polarity Protection | No | | | | | | | | |
| Input Over Voltage Protection - Varistor | 4 | | | | | | | | |
| Generator Isolation Control | Yes | | | | | | | | |
| Output Side | 208 | 240 | 277 | 208 | 240 | 277 | 208 | 240 | 277 |
| AC Grid Connection | Single Phase / Split Phase | | | | | | | | |
| Rated AC Power (P_{ac}) | 3000 W | | | 3600 W | | | 4200 W | | |
| Maximum AC Output Power (P_{acmax}) | 3000 W | 3300 W | 3300 W | 3600 W | 4000 W | 4000 W | 4200 W | 4600 W | 4600 W |
| Rated Grid AC Voltage $(V_{ac,r})$ | 208 V | 240 V | 277 V | 208 V | 240 V | 277 V | 208 V | 240 V | 277 V |
| AC Voltage Range | 183...228 V | 211...264 V | 244...304 V | 183...228 V | 211...264 V | 244...304 V | 183-228 V | 211-264 V | 244-304 V |
| Maximum Output AC Current $(I_{ac,max})$ | 14.5 A | 14.5 A | 12.0 A | 17.2 A | 16 A | 16 A | 20 A | 20 A | 20 A |
| Rated Frequency (f_r) | 60 Hz | | | | | | | | |
| Frequency Range $(f_{min}...f_{max})$ | 59.3...60.5 Hz | | | | | | | | |
| Nominal Power Factor $(\cos\phi_{ac,r})$ | > 0.995 | | | | | | | | |
| Total Harmonic Distortion | < 2% | | | | | | | | |
| AC Connection Type Screw Terminal Block 3 Knock-Outs: 1 ½" or 1" (w/ring reducer) | | | | | | | | | |
| Output Protection | 208 | 240 | 277 | 208 | 240 | 277 | 208 | 240 | 277 |
| Anti-islanding protection | According to UL 1741/IEE1547 | | | | | | | | |
| Maximum AC Overcurrent Protection | 20 A | 20 A | 15 A | 25 A | 20 A | 20 A | 25 A | 25 A | 25 A |
| Output Over Voltage Protection - Varistor | 2 (L-N/L-PE) | | | | | | | | |
| Operating Performance | | | | | | | | | |
| Maximum Efficiency (η_{max}) | 96.8% | | | | | | | | |
| Stand-by Consumption | < 8W | | | | | | | | |
| Communication | | | | | | | | | |
| Wired Local Monitoring | PVI-USB-RS485_223 (opt.), PVI-DESKTOP (opt.) | | | | | | | | |
| Remote Monitoring | PVI-AEC-EVO (opt.), AURORA-UNIVERSAL (opt.) | | | | | | | | |
| Wireless Local Monitoring | PVI-DESKTOP (opt.) with PVI-RADIOMODULE (opt.) | | | | | | | | |
| User Interface | 16 characters x 2 lines LCD display | | | | | | | | |
| Environmental | | | | | | | | | |
| Ambient Temperature Range | -25...+ 60°C/-13...140°F with derating above 55°C/131°F | | | | | | | | |
| Noise Emission | < 50 dB(A) | | | | | | | | |
| Maximum Operating Altitude with Derating | 2000 m / 6560 ft | | | | | | | | |
| Physical | | | | | | | | | |
| Environmental Protection Rating | NEMA 4X | | | | | | | | |
| Cooling | Natural | | | | | | | | |
| Dimension (H x W x D) | 618mm x 325mm x 222mm / 24.3" x 12.8" x 8.7" | | | | | | | | |
| Weight | 18 kg / 39.6 lb | | | | | | | | |
| Safety | | | | | | | | | |
| Isolation Level | Transformerless | | | | | | | | |
| Marking | cCSAus | | | | | | | | |
| Safety and EMC standard | UL 1741, CSA - C22.2 N. 107.1-01 | | | | | | | | |
| Grid Standard | IEEE 1547 | | | | | | | | |
| Available Products Variants | | | | | | | | | |
| Standard | PVI-3.0-OUTD-US-W | | | PVI-3.6-OUTD-US-W | | | PVI-4.2-OUTD-US-W | | |



www.power-one.com

Power-One Renewable Energy Worldwide Sales Offices

| <u>Country</u> | <u>Name/Region</u> | <u>Telephone</u> | <u>Email</u> |
|-----------------------|--------------------|----------------------------|--|
| Australia | Asia Pacific | +61 2 9735 3111 | sales.australia@power-one.com |
| China | Asia Pacific | +86 755 2988 5888 ext.5588 | sales.china@power-one.com |
| Singapore | Asia Pacific | +65 6896 3363 | sales.singapore@power-one.com |
| France | Europe | 00 800 00287672 Choix n°4 | sales.france@power-one.com |
| Germany | Europe | +49 7641 955 2020 | sales.germany@power-one.com |
| Italy | Europe | +39 055 9195 396 | sales.italy@power-one.com |
| Spain | Europe | +34 629253564 | sales.spain@power-one.com |
| United Kingdom | Europe | +44 1903 823 323 | sales.UK@power-one.com |
| Dubai | Middle East | +971 50 100 4142 | sales.dubai@power-one.com |
| Canada | North America | +1 877 261-1374 | sales.canada@power-one.com |
| USA East | North America | +1 877 261-1374 | sales.usaeast@power-one.com |
| USA Central | North America | +1 877 261-1374 | sales.usacentral@power-one.com |
| USA West | North America | +1 877 261-1374 | sales.usawest@power-one.com |

3.4. TIPOS DE TORRES DE SOPORTE DE AEROGENERADORES



Manual de Instrucciones y Montaje

Torres basculantes y auto soportadas



Juan y David Bornay, S.L.

Paraje Ameraors, s/n
Apartado de Correos 116
03420 Castalla (Alicante)
España

Tel. (34) 965 560 025
Fax (34) 965 560 752

<http://www.bornay.com>
bornay@bornay.com

© Juan y David Bornay, S.L. – Rev. 1.0 – Enero 2002.

Índice

| | |
|--|-----------|
| <i>Índice.....</i> | <i>2</i> |
| <i>Bienvenidos al mundo del viento.....</i> | <i>3</i> |
| <i>Emplazamiento de la torre.....</i> | <i>3</i> |
| <i>Las torres basculantes.....</i> | <i>3</i> |
| <i>Puntos y tipos de anclajes.....</i> | <i>5</i> |
| <i>Preparaciones antes del izado.....</i> | <i>7</i> |
| <i>Procedimiento de izado.....</i> | <i>9</i> |
| <i>Precauciones.....</i> | <i>10</i> |
| <i>Las torres auto soportadas.....</i> | <i>11</i> |
| <i>Anexos.....</i> | <i>12</i> |
| <i>Influencia de obstáculos en el aerogenerador.....</i> | <i>14</i> |

Bienvenidos al mundo del viento

Información su interés:

Este manual contiene toda la información necesaria para la correcta instalación de una torre auto soportada y una torre basculante de 12 m de altura. Para asegurar su correcta instalación, evitar roturas y peligros, recomendamos que lea atentamente este manual antes de proceder a realizar la instalación.

En determinados puntos de este manual encontrará puntos que precisan de especial atención por ser particularmente importantes, por favor, preste especial atención a aquellos puntos marcados de la siguiente manera:

ATENCIÓN:

Detalles importantes para el correcto funcionamiento del sistema.

PRECAUCIÓN:

Detalles a tener en cuenta para evitar daños irreparables en su equipo o a personas.

Emplazamiento de la torre

La energía que podemos captar del viento con un aerogenerador es proporcional al cubo de la velocidad con que sopla; esto es, cuando la velocidad del viento se duplica, la potencia que podemos producir con un aerogenerador es ocho veces superior.

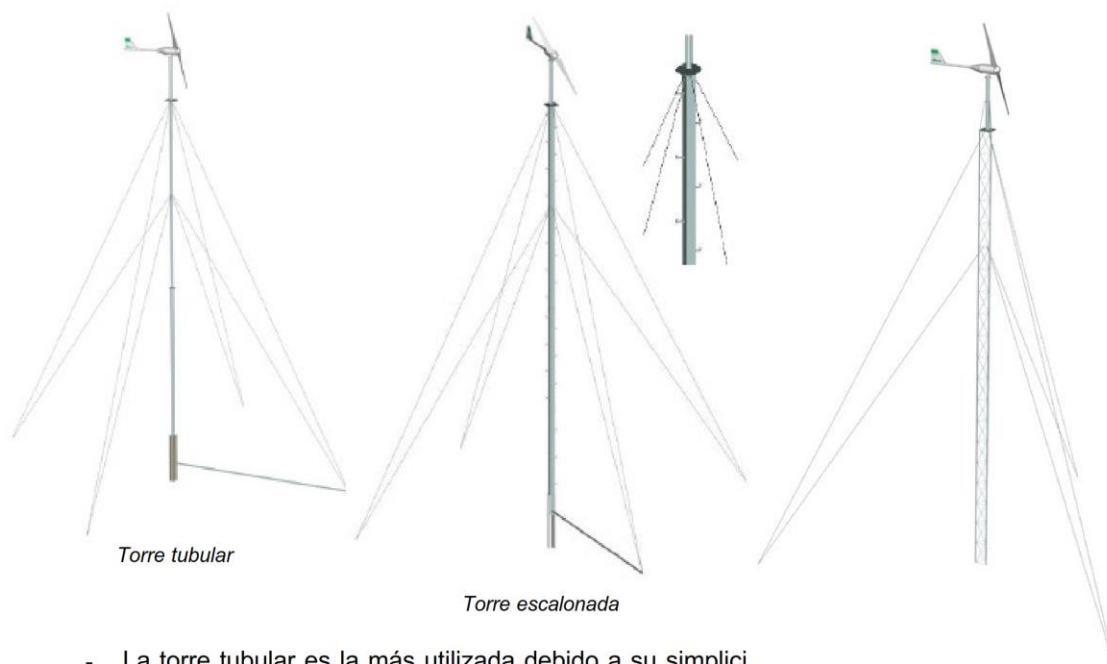
Por ello, es interesante instalar el aerogenerador en un lugar donde el viento sople con la mayor velocidad y constancia posibles. La velocidad del viento depende en gran medida del terreno sobre el que se mueve el aire; la vegetación, tipo de terreno, construcciones cercanas, etc. frenan el viento y producen turbulencias.

El lugar idóneo para un aerogenerador, es **una zona libre de obstáculos, y lo más alto posible respecto de los obstáculos.**

Las torres basculantes

Este tipo de torre ofrece una serie de ventajas: bajo coste, gran efectividad y facilidad de montaje. Sus características permiten bajar el aerogenerador a nivel del suelo, minimizando riesgos de caídas con relativa facilidad y rapidez para realizar revisiones y mantenimiento. Debido a su relación altura-esfuerzos del viento en su extremo superior, la torre necesita ser sujeta por tirantes.

Existen distintos tipos de torre en función de sus características constructivas:



- La torre tubular es la más utilizada debido a su simplicidad bajo coste. Este tipo de torres permite incrementar su altura en un momento dado añadiendo más tramos de tubo y cambiando la distribución de los tensores.
- La torre escalonada presenta la particularidad de, además de ser abatible, permitir ser trepada hasta el aerogenerador para realizar allí revisiones periódicas sin tener que abatir la torre. Las dimensiones de los tensores y de la torre serán mayores que en el tipo de torre tubular.
- La torre de tipo celosía, ya sea triangular o rectangular, no es abatible. Es mucho más ligera que las torres auto soportadas y de menor coste, pero no son suficientemente fuertes para soportar el peso de un aerogenerador y sus esfuerzos. El tipo de refuerzos que se utiliza para las torres celosía, es con tirantes, idéntico que con las abatibles.

La primera parte del manual trata la instalación de una torre tubular abatible de 12 m de altura. Por extensión podrá utilizar este documento para instalar una torre abatible distinta, o de inferior altura.

La torre se compone de:

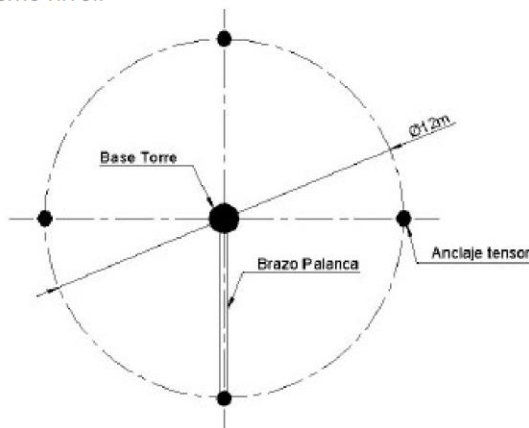
- 2 viguetas de 1,5 m de longitud perforadas,
- varios tramos de tubo de 4" (el número dependerá de la altura total de la torre y de la longitud de los tramos),
- varios tramos de tubo de 3",
- 8 cables tensores de 6 - 8 mm de diámetro (8 mm a partir del modelo *Inclin 3000*) y distintas longitudes (en función de la altura de la torre),
- 4 clavos de anclaje,
- brazo palanca (tubo de 3" de 6 m de longitud),
- pletina sujeción del aerogenerador a la torre.

Podemos instalar este tipo de torres en pendientes y terrenos irregulares, pero es preferible y más sencillo hacerlo en terrenos planos.

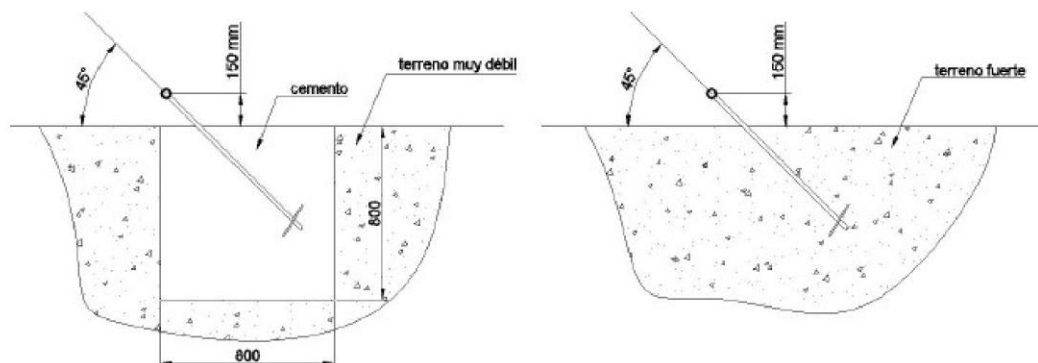
Puntos y tipos de anclajes

En primer lugar asegúrese que se encuentra lejos de cualquier tendido eléctrico. Localice el punto exacto donde se instalará la torre y marque, como se indica en la figura siguiente, el punto de anclaje de los tensores.

En una pendiente, prevenga que el brazo de palanca, al bajar, quede aguas abajo y los anclajes laterales al mismo nivel.



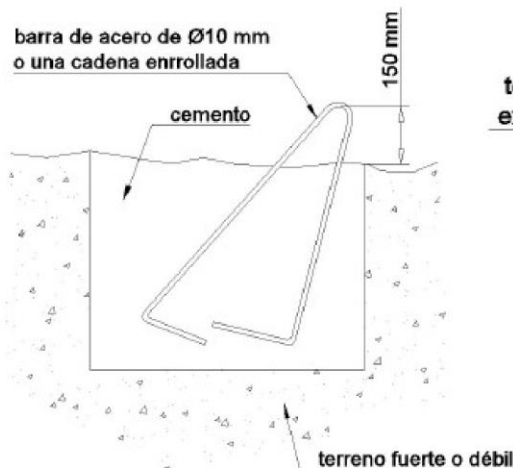
Una vez marcados todos los puntos de agarre, instale los anclajes mirando hacia la torre y como se indica en la siguiente figura.



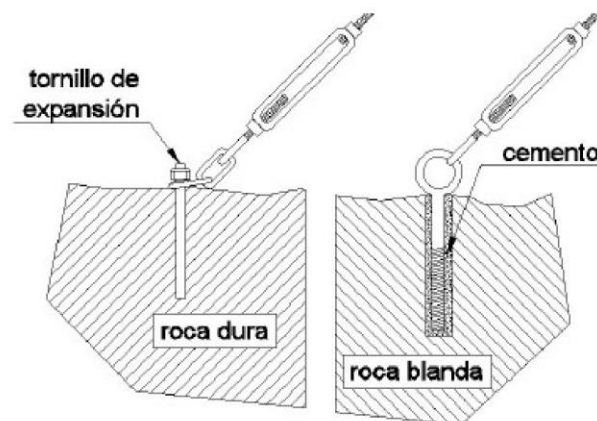
En el caso de que el terreno sea demasiado débil es necesaria la utilización de cimentaciones. Pero si la instalación se realiza sobre un terreno firme, se puede prescindir de ellas y anclar directamente el clavo sobre el terreno. En el mercado existen distintos tipos de clavos con este fin.

En ocasiones el suelo donde se quiere instalar la torre hay rocas de gran tamaño o es simplemente roca. Para ello existe un tipo de anclaje específico. En el caso de roca dura (como granito, basalto y roca que no rompa con facilidad) se utilizan los tornillos de expansión. Para su instalación se perfora la roca con la ayuda de una broca de diámetro 10 mm y 100 mm de profundidad. Se instala el tornillo en la roca con algún elemento que sirva de enganche, como por ejemplo un par de eslabones de cadena. Existen distintos tipos de tornillos de expansión, y cada fabricante tiene su propio sistema de instalación.

En el caso de que la roca del terreno sea roca blanda, no es aconsejable el uso de tornillos de expansión, dado que la roca puede romper con el uso de este tipo de fijación. Para ello se debe usar un tornillo convencional anclado con cemento. Para su instalación perfore la roca con diámetro de 25 mm y 200 mm de profundidad. Introduzca el cemento en primer lugar, y con una pajita asegúrese que se rellena el agujero en su totalidad y no quedan burbujas de aire atrapadas en el cemento. Instale en último lugar el tornillo en el agujero.



Anclaje de fácil fabricación

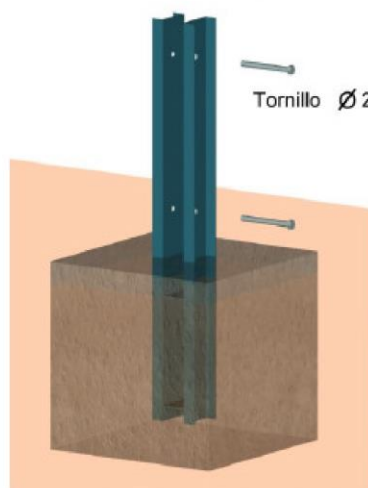


Tipos de anclaje para roca blanda y dura

Existen varios tipos de anclajes para la torre, puede utilizar la que más le convenga según el tipo de terreno o más fácil le sea su construcción.

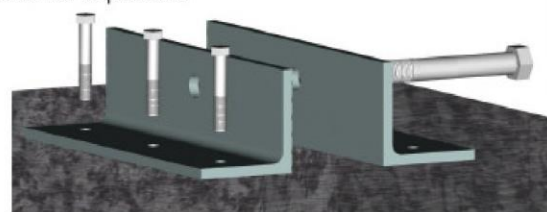
La base que le presentamos en este manual requiere una cimentación 750x750x750 cm, pero existen otros sistemas de agarre de la base al suelo, y una vez más, como en el caso de los anclajes, el sistema más apropiado en su caso dependerá del tipo de terreno y la facilidad de construcción.

Perfil U-100; 1500 mm longitud



cimentación 75x75x75 cm

tornillos de expansión



roca dura

Anclaje sobre roca

Cimentación para terrenos débiles

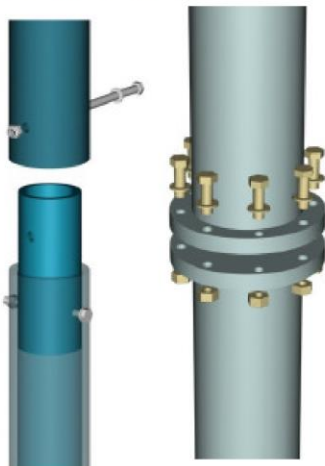
Tipos de torres

Preparaciones **6**

Preparaciones antes del izado

Una vez la base de la torre y los anclajes de los tensores estén instalados se procederá al ensamblaje de los distintos tramos que conforman la altura total de la torre, incluyendo el adaptador para el aerogenerador, y finalmente, con el tornillo superior únicamente, a la base de la torre.

Existen distintas maneras de unir los tramos de tubo:



El primer caso destaca por su sencillez. El segundo caso nos asegura una mayor rigidez del conjunto, pero dado que la torre será atirantada ambos casos serán soluciones viables para realizar su función.

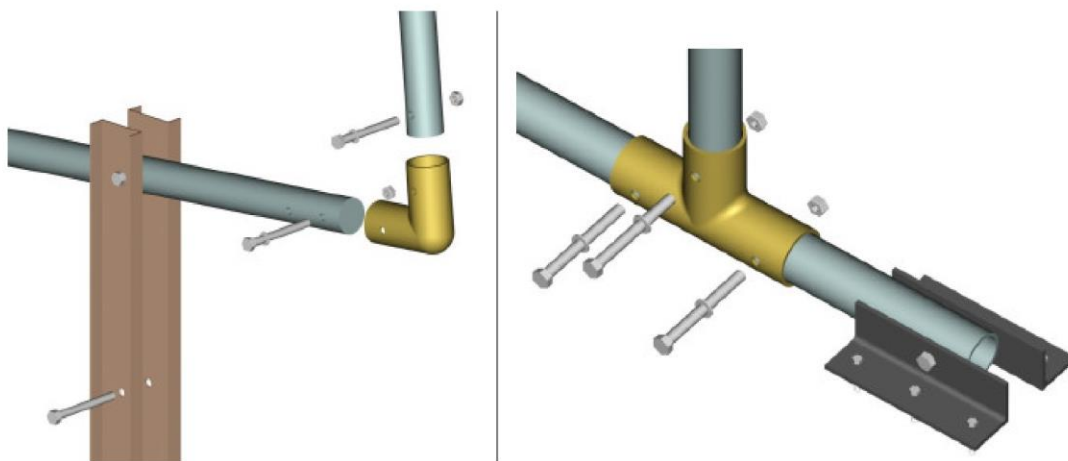
ATENCIÓN:

En la segunda opción, asegúrese que al soldar la pletina al tubo, lo hace perfectamente perpendicular para asegurar que la torre quede totalmente recta.

PRECAUCIÓN:

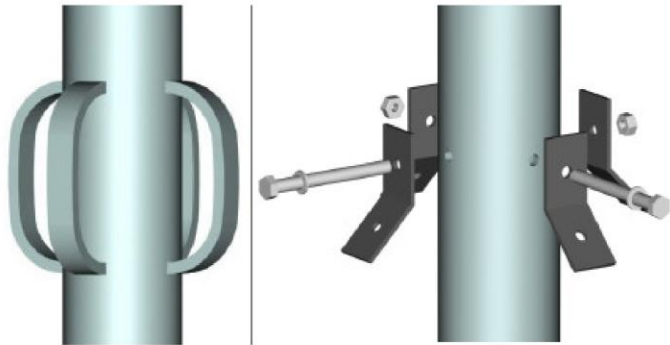
Los tubos de fontanería se fabrican con roscas. No una los tubos simplemente con la rosca puesto que la disminución de sección en la rosca debilita la resistencia en su sección.

Para la unir el brazo palanca a la base de la torre existen también diversos métodos. El más sencillo sea quizás un codo de fontanería. También en este caso es arriesgado roscar solamente el tubo al codo; hágalo como en las siguientes figuras.



La siguiente preparación es la de los tensores. Desenrolle los cables y coloque cada cable en su posición. Una firmemente los extremos de los cables a la torre. Si su colocación es correcta, cuatro de los ocho cables serán paralelos a la torre, y la línea imaginaria que une los dos otros puntos de anclaje y la torre deberá formar un ángulo de noventa grados.

La unión de los tirantes a la torre puede realizarse de distintos modos. A modo de ejemplo le presentamos estas dos soluciones. La primera consiste simplemente en soldar en la torre cuatro barras de acero dobladas. La segunda opción consiste en atornillar unas chapas angulares perforadas a la torre.



Realice la unión del grupo de cables que sujetarán la parte más alta de la torre a los clavos de anclaje con excepción del cable que se encuentra en el lado del brazo palanca. Este cable, del que tiraremos para elevar la torre, irá sujeto en su parte superior. El grupo inferior puede ponerse en su correspondiente posición, pero se afirmará a los anclajes una vez la torre se encuentre en su posición final.

ATENCIÓN:

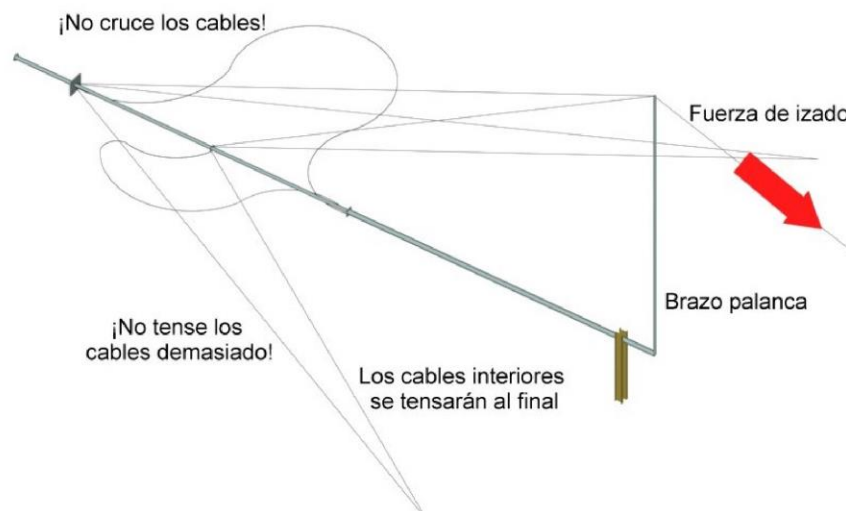
Tenga en cuenta que las longitudes de los cables en este momento puede no ser la adecuada. Tendremos que reajustarlas para que cada cable soporte la misma tensión.

PRECAUCIÓN:

En el caso de realizar las erecciones en terrenos desnivelados, deberemos prestar especial atención a este problema y ajustar sus longitudes a medida que se vaya izando.

Antes de colocar la última pieza, el brazo palanca en la base de la torre, se deberá unir en su extremidad superior el cable del que tiraremos para izar la torre.

Para izar la torre es altamente recomendable el uso de un manubrio con autobloqueo. La fuerza que hay que realizar para elevar la torre junto con un aerogenerador de 40 kg es aproximadamente 300 kg. Un manubrio permite además progresar en la instalación de una manera segura, lenta y controlada.



Es realmente importante conectar a tierra la torre antes de izarla. La conexión a tierra protege su instalación de posibles impactos de rayos y de los efectos de la electricidad estática. La puesta a tierra no garantiza en todos los casos que su aerogenerador sobreviva al impacto de un rayo, pero en el peor de los casos reducirá sus efectos.

Para conectar a tierra su torre, entierre un cable de cobre de 3 a 4 m cerca de la base de la torre y conéctelo con un cable a la base de la torre.

Procedimiento de izado

Una vez realizadas las preparaciones, se procederá a una primera erección de la torre sin el aerogenerador, para el ajuste de los tensores, nivelado de la torre y verificación del funcionamiento del sistema.

Empiece a elevar la torre. Hágalo poco a poco y verificando que los cables laterales tienen una tensión similar. Es normal que un cable esté ligeramente más tenso que el otro, pero si la diferencia es excesiva, regule las longitudes de los cables para igualarla. Si el cable está demasiado tenso puede ocurrir un fallo y caer la torre. Podrá comprobar que la tensión no es excesiva si el cable está ligeramente curvado.

Al finalizar el izado de la torre, inserte el tornillo inferior para evitar que la torre se mueva y tense todos cables asegurándose que esté perfectamente vertical con la ayuda de un nivel. En este momento todos sus tensores tendrán la longitud necesaria para que la torre quede en su posición de trabajo. Baje la torre siguiendo el procedimiento de izado en orden inverso. Bájela lentamente y controlando los movimientos del conjunto en todo momento.

Cuando el extremo superior de la torre quede a un metro y medio del suelo déjela descansar sobre unos soportes estables. Esto le permitirá la fácil instalación del aerogenerador sobre su soporte. Una vez instalado vuelva a izar la torre. Los dos extremos del brazo palanca se deberán unir a su correspondiente anclaje. Inmovilice el brazo tensor en primer lugar con el cable del que hemos tirado para erigir la torre y a continuación asegure en el cable más largo, el exterior, y finalmente el interior. Compruebe una última vez que la torre queda totalmente perpendicular.

ATENCIÓN:

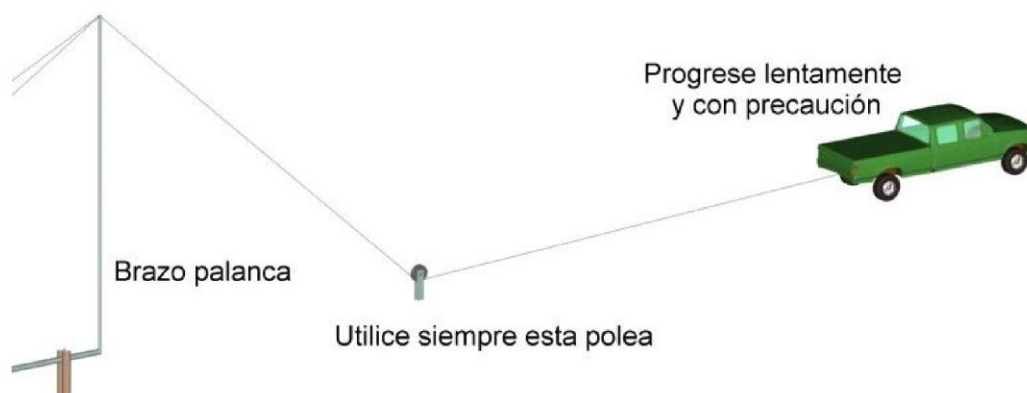
El izado de una torre es un trabajo peligroso; trabaje lentamente controlando la situación en todo momento. Es aconsejable contar con ayudantes para esta operación, y muy importante que haya una buena comunicación y asignación de trabajos previa entre los trabajadores.

PRECAUCIÓN:

No permita que nadie trabaje bajo la torre cuando se esté izando o hasta que esté perfectamente asegurada con los tensores.

Nota: El brazo palanca no tiene ninguna función desde el momento en que la totalidad de los cables están tensos. Podemos quitarlo o dejarlo en su posición unido al anclaje más cercano para evitar que quede suelto y pueda presentar un peligro potencial.

Si carece de un manubrio autobloqueo y puede acceder con un vehículo (como un coche, un tractor, etc.) hasta el lugar donde se ubicará la torre, puede elevarla usando el vehículo para tirar del cable de izado.



Partiendo del punto donde hemos hecho todas las preparaciones, coloque una polea en el suelo, como figura en el gráfico superior. La polea debe estar a una distancia superior a la del brazo palanca de la base de la torre.

ATENCIÓN:

En un cable correctamente tensado formará una ligera curva.

PRECAUCIÓN:

Extreme la precaución al final del recorrido de la torre, si continuase avanzando, el tirante trasero podría ceder y tumbar la torre.

Precauciones

- No trepe por la torre.
- No ice la torre cerca de tendidos eléctricos.
- No permita que nadie ajeno al equipo de izado de la torre, penetre en ningún momento en el diámetro de acción de la torre.
- Utilice los materiales y herramientas adecuadas.
- Al izar la torre compruebe periódicamente la tensión de los cables. No permita ni que estén demasiado tensos, ni demasiado flojos.
- Compruebe con especial atención la correcta instalación del cable que sujeta la torre por la parte posterior de la torre. Este cable evitará que la torre caiga hacia el lado desde donde tiramos si pasa de la vertical.
- Trabaje con calma y asegure una buena comunicación entre el equipo de trabajadores.
- Conecte la torre a tierra para proteger su instalación contra los efectos de la electricidad estática y posibles impactos de rayos.
- Antes de elevar la torre con el aerogenerador, hágalo, al menos una vez, con la torre únicamente para comprobar que todo funciona perfectamente y hacer los reglajes oportunos.

Las torres auto soportadas

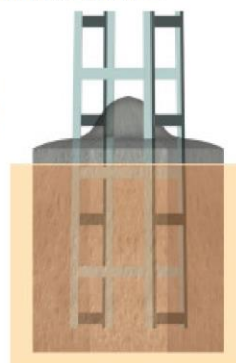


Otro tipo de torres muy utilizadas son las torres auto soportadas. La característica principal de estas torres es, como su nombre indica, que se soportan ellas mismas; no necesitan tirantes para asegurar que la torre no caiga. Son torres más robustas y pesadas que las abatibles, pero tienen el inconveniente de ser más caras y necesitar una grúa para su instalación. Existen distintos fabricantes, pero todos ellos se rigen por la misma normativa para su construcción.

Para la instalación de aerogeneradores, el tipo de torre auto soportada utilizada por J.Bornay es la torre de presilla serie "P". Dentro de esta serie encontramos distintas combinaciones de tramos en función de la longitud total de la torre, así como tres modelos distintos en función a los esfuerzos a los que estará sometida. En el anexo encontrará una tabla con los modelos disponibles y sus características físicas y mecánicas.

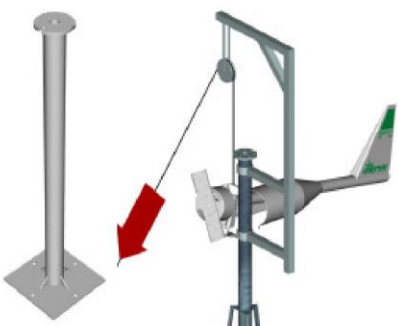
- La torre *P-400* se utiliza para los modelos: **Inclin 250, 600 y 1500**.
- La torre *P-750* soporta perfectamente los modelos **Inclin 3000 y 6000**; Puede ser utilizada también en zonas de fuertes vientos para el **Inclin 1500**.
- La torre *P-1250* es para el aerogenerador más grande de la gama Inclin, el **BK-12** y para el **Inclin 6000** en zonas de fuertes vientos.

Las torres auto soportadas, necesariamente, deberán ser fijadas con cimentaciones; en el anexo encontrará una tabla con las dimensiones de la cimentación necesaria en función con el tipo de terreno y su altura.



PRECAUCIÓN:

Conecte a tierra la torre para protegerla de la electricidad estática y posibles impactos de rayos.



Para instalar el aerogenerador sobre la torre, necesitará un adaptador que permita que las hélices giren sin peligro de golpear la torre. Instale el aerogenerador una vez el adaptador y la torre hayan sido instalados. Puede subirlo a su posición usando la grúa después de haber erigido la torre, o bien utilizando una polea, como se muestra en la figura.

ATENCIÓN:

Es conveniente utilizar el segundo sistema para poder subir y bajar en cualquier momento el molino sin depender de una grúa.

PRECAUCIÓN:

Para estas operaciones necesitará subir a lo alto de la torre, **utilice arneses de seguridad**.

Anexos

- La tabla Beaufort es la referencia internacional que clasifica y define cada tipo de viento en función de su velocidad.

| FUERZA | Velocidad (m/s) | Velocidad (km/h) | Denominación |
|--------|-----------------|------------------|---------------------|
| 0 | 0 - 0.5 | 0 - 1 | Calma |
| 1 | 0.6 - 1.7 | 2 - 6 | Ventolina |
| 2 | 1.8 - 3.3 | 7 - 12 | Suave |
| 3 | 3.4 - 5.2 | 13 - 18 | Leve |
| 4 | 5.3 - 7.4 | 19 - 26 | Moderado |
| 5 | 5.7 - 9.8 | 27 - 35 | Regular |
| 6 | 9.9 - 10.4 | 36 - 44 | Fuerte |
| 7 | 12.5 - 15.2 | 45 - 54 | Muy fuerte |
| 8 | 15.3 - 18.2 | 55 - 65 | Temporal |
| 9 | 18.3 - 21.5 | 66 - 77 | Temporal fuerte |
| 10 | 21.6 - 25.1 | 78 - 90 | Temporal muy fuerte |
| 11 | 25.2 - 29 | 91 - 104 | Tempestad |
| 12 | Más de 29 | Más de 104 | Huracán |

- En la siguiente tabla encontrará las presiones en kg que ejerce el viento en función de su velocidad y el modelo de su aerogenerador **J.BORNAY**.

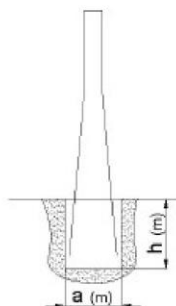
| Aerogenerador V viento (m/s) | 3 | 5 | 7 | 11 | 13 | 15 | 55* |
|---------------------------------|-------|--------|--------|--------|---------|---------|----------|
| Inclin 250 | 0,683 | 1,898 | 3,721 | 9,188 | 12,833 | 17,086 | 229,711 |
| Inclin 600 | 1,500 | 4,167 | 8,167 | 20,167 | 28,167 | 37,500 | 504,167 |
| Inclin 1500 neo | 3,067 | 8,520 | 16,700 | 41,239 | 57,598 | 76,684 | 1030,970 |
| Inclin 3000 neo | 6,000 | 16,667 | 32,667 | 80,667 | 112,667 | 150,000 | 2016,667 |
| Inclin 6000 neo | 6,000 | 16,667 | 32,667 | 80,667 | 112,667 | 150,000 | 2016,667 |

* En caso de que el aerogenerador no se inclinase.

- En la siguiente tabla encontrará las características de las torres auto soportadas de tipo presilla "P" clasificadas en tres modelos disponibles:

| Tipo de apoyo | Altura total (m) | Características mecánicas | | Dimensiones | | Peso total (kg) |
|---------------|------------------|---------------------------|--|-------------|-----------|-----------------|
| | | Esfuerzo nominal | Esfuerzo útil en punta con viento CS 1,5 | Cabeza (mm) | Base (mm) | |
| P-400 | 12 | 408 | 408 | 320 | 620 | 226 |
| | 14 | | | | 687 | 271 |
| | 16 | | | | 754 | 334 |
| | 18 | | | | 821 | 387 |
| | 20 | | | | 888 | 446 |
| P-750 | 12 | 765 | 765 | 320 | 620 | 270 |
| | 14 | | | | 687 | 334 |
| | 16 | | | | 756 | 409 |
| | 18 | | | | 821 | 480 |
| | 20 | | | | 888 | 552 |
| P-1250 | 12 | 1275 | 1275 | 320 | 620 | 429 |
| | 14 | | | | 687 | 533 |
| | 16 | | | | 756 | 650 |
| | 18 | | | | 821 | 765 |
| | 20 | | | | 888 | 877 |

- En la siguiente tabla encontrará las dimensiones de la cimentación necesaria para el tipo de torre que haya elegido para su aerogenerador;



| Tipo terreno | | P-400 | | | | | P-750 | | | | | P-1250 | | | | |
|------------------|---|-------|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|--------|-----|-----|-----|-----|
| | | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 |
| FLOJO K = 8 | h | 1,6 | 1,6 | 1,7 | 1,8 | 1,8 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,1 | 2,0 | 2,1 | 2,2 | 2,2 | 2,3 |
| | a | 0,8 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,9 | 1,0 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,3 | 1,3 | 1,4 | 1,4 | 1,4 |
| NORMAL K = 12 | h | 1,4 | 1,4 | 1,5 | 1,6 | 1,6 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,8 | 1,8 | 1,7 | 1,8 | 1,9 | 1,9 | 2,0 |
| | a | 0,8 | 1,0 | 0,9 | 1,0 | 1,0 | 0,9 | 1,0 | 1,1 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,4 | 1,5 |
| ROCOSO K = 16 | h | 1,3 | 1,3 | 1,4 | 1,5 | 1,5 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,7 | 1,7 | 1,6 | 1,7 | 1,8 | 1,8 | 1,9 |
| | a | 0,8 | 3,0 | 0,9 | 1,0 | 1,0 | 0,9 | 1,0 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,4 | 1,5 |

Nota: K (kg/cm²)

ATENCIÓN:

La parte visible de la cimentación debe tener una pequeña inclinación para evitar que el agua de lluvia quede sobre la cimentación y pueda oxidar la torre.

Si desea ampliar su instalación, o simplemente tiene alguna duda, no dude en ponerse en contacto con nuestra empresa:

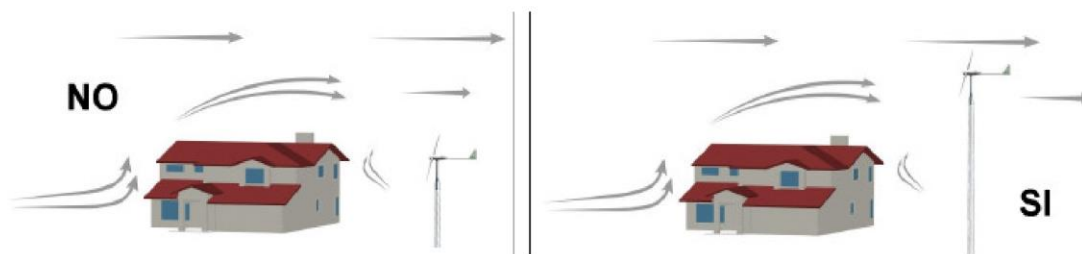
Juan y David Bornay, S.L.
Paraje Ameradors, s/n
P.O. Box 116
E-03420 Castalla (Alicante)
España



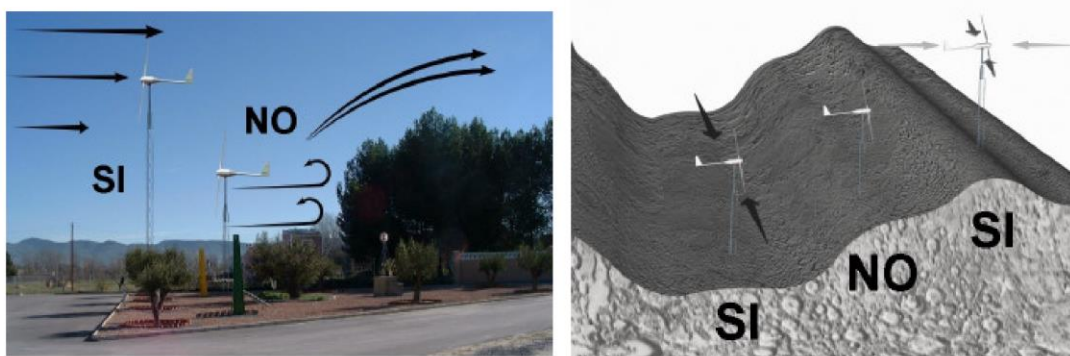
Telf: (+34) 96 556 0025
Fax: (+34) 96 556 0752

bornay@bornay.com
www.bornay.com

Influencia de obstáculos en el aerogenerador

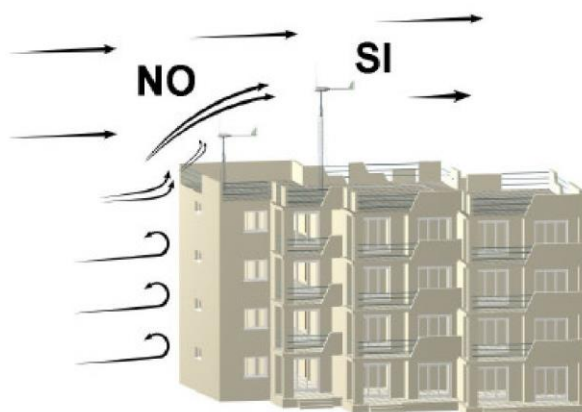


Como ya hemos visto anteriormente, el viento, al tropezar con obstáculos que encuentra en su camino, se frena y produce turbulencias. Un aerogenerador instalado en un lugar inadecuado se verá perjudicado por turbulencias y vientos flojos.



Para evitar reducir el rendimiento de su aerogenerador, instálelo lo más alejado posible del obstáculo y sobre una torre que eleve el molino por encima de este.

En el caso de encontrarse en un valle, instale su aerogenerador en la parte más baja, donde el viento se encuentra canalizado, o mejor, en la parte más alta, donde el aerogenerador será susceptible de captar el viento de cualquier dirección.





4. ANEXO: DATOS DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA METEOCLIMATIC MADRID (ARTURO SORIA) EN FEBRERO DE 2013

| Año | Mes | Día | Hora | Minuto | Presión Rel | Temperatura Exte | Humedad Ext | Temperatura de Rocío | Sensación Térmica | Velocidad Med del Viento | Dirección del viento | dir viento grados | Velocidad max del viento | Lluvia parcial |
|------|-----|-----|------|--------|-------------|------------------|-------------|----------------------|-------------------|--------------------------|----------------------|-------------------|--------------------------|----------------|
| 2013 | 2 | 1 | 0 | 0 | 1018,3 | 5,19999981 | 58 | -1,8 | 5,7 | 0 | NW | 315 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 1 | 0 | 30 | 1018,3 | 5,5 | 58 | -1,6 | 6 | 0 | W | 270 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 1 | 1 | 0 | 1018,2 | 3,69999981 | 66 | -1,4 | 4,2 | 0,38888888 | ESE | 67,5 | 1,55555558 | 0 |
| 2013 | 2 | 1 | 1 | 30 | 1018,1 | 3,20000005 | 68 | -1,6 | 3,7 | 0 | NE | 45 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 1 | 2 | 0 | 1018,1 | 2,70000005 | 71 | -1,5 | 3,2 | 0,77777776 | NNE | 22,5 | 1,89583338 | 0 |
| 2013 | 2 | 1 | 2 | 30 | 1018,1 | 2,40000001 | 72 | -1,6 | 2,9 | 0 | NE | 45 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 1 | 3 | 0 | 1018 | 2 | 72 | -1,9 | 2,5 | 0 | NNE | 22,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 1 | 3 | 30 | 1017,9 | 2 | 73 | -1,7 | 2,5 | 0 | NE | 45 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 1 | 4 | 0 | 1017,9 | 2 | 74 | -1,5 | 2,5 | 0 | ENE | 67,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 1 | 4 | 30 | 1017,8 | 2 | 74 | -1,5 | 2,5 | 0 | ENE | 67,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 1 | 5 | 0 | 1017,7 | 2 | 74 | -1,5 | 2,5 | 0 | ENE | 67,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 1 | 5 | 30 | 1017,5 | 1,90000001 | 74 | -1,7 | 2,4 | 0 | NNE | 22,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 1 | 6 | 0 | 1017,4 | 2 | 75 | -1,4 | 2,5 | 0 | NNE | 22,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 1 | 6 | 30 | 1017,3 | 2 | 75 | -1,3 | 2,5 | 0 | ESE | 112,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 1 | 7 | 0 | 1017,3 | 1,70000005 | 76 | -1,4 | 2,2 | 1,16666661 | ESE | 67,5 | 1,02083329 | 0 |
| 2013 | 2 | 1 | 7 | 30 | 1017,1 | 1,5 | 76 | -1,6 | 2 | 0 | E | 90 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 1 | 8 | 0 | 1017,1 | 1,5 | 76 | -1,7 | 2 | 0 | ESE | 112,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 1 | 8 | 30 | 1016,9 | 1,39999998 | 76 | -1,8 | 1,9 | 0 | SSE | 157,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 1 | 9 | 0 | 1016,7 | 1,20000005 | 75 | -2,1 | 1,7 | 0 | SSE | 157,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 1 | 9 | 30 | 1016,8 | 1,20000005 | 75 | -2,1 | 1,7 | 0 | SE | 135 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 1 | 10 | 0 | 1016,5 | 1 | 76 | -2,1 | 1,5 | 0 | SSE | 157,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 1 | 10 | 30 | 1016,4 | 0,89999998 | 76 | -2,3 | 1,4 | 0 | E | 90 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 1 | 11 | 0 | 1016,2 | 0,70000005 | 76 | -2,4 | 1,2 | 0 | ENE | 67,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 1 | 11 | 30 | 1016,2 | 0,5 | 77 | -2,4 | 1 | 0 | ENE | 67,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 1 | 12 | 0 | 1016,2 | 0,39999998 | 78 | -2,5 | 0,9 | 0 | ESE | 112,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 1 | 12 | 30 | 1016,3 | 0,19999999 | 79 | -2,4 | 0,7 | 0 | E | 90 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 1 | 13 | 0 | 1016,3 | 0,19999999 | 79 | -2,4 | 0,7 | 0 | ENE | 67,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 1 | 13 | 30 | 1016,3 | 0,19999999 | 79 | -2,5 | 0,7 | 0 | ENE | 67,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 1 | 14 | 0 | 1016,3 | 0,19999999 | 79 | -2,4 | 0,7 | 0 | E | 90 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 1 | 14 | 30 | 1016,3 | 0 | 79 | -2,6 | 0,5 | 0 | NE | 45 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 1 | 15 | 0 | 1016,4 | -0,09999999 | 79 | -2,8 | 0,4 | 0 | ENE | 67,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 1 | 15 | 30 | 1016,3 | -0,3 | 81 | -2,5 | 0,2 | 0 | E | 90 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 1 | 16 | 0 | 1016,2 | -0,3 | 81 | -2,6 | 0,2 | 0 | S | 180 | 1,36111109 | 0 |
| 2013 | 2 | 1 | 16 | 30 | 1016,2 | 0 | 80 | -2,5 | 0,5 | 0 | ESE | 112,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 1 | 17 | 0 | 1016,1 | 1 | 77 | -2 | 1,5 | 0 | ESE | 112,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 1 | 17 | 30 | 1016 | 1,70000005 | 75 | -1,7 | 2,2 | 1,16666661 | SE | 135 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 1 | 18 | 0 | 1016 | 2,40000001 | 72 | -1,6 | 2,9 | 0,38888888 | SSE | 157,5 | 1,89583338 | 0 |
| 2013 | 2 | 1 | 18 | 30 | 1016,1 | 4,19999981 | 68 | -0,6 | 4,7 | 0 | NE | 45 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 1 | 19 | 0 | 1015,8 | 3,69999981 | 67 | -1,2 | 4,2 | 2,16666672 | ESE | 112,5 | 3,30555565 | 0 |
| 2013 | 2 | 1 | 19 | 30 | 1015,8 | 4,19999981 | 65 | -1,2 | 4,7 | 0,16666667 | S | 180 | 1,74999995 | 0 |
| 2013 | 2 | 1 | 20 | 0 | 1015,7 | 4,69999981 | 64 | -0,9 | 5,2 | 0 | ENE | 67,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 1 | 20 | 30 | 1015,6 | 5,5 | 61 | -0,9 | 6 | 0 | ESE | 112,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 1 | 21 | 0 | 1015,6 | 6,5 | 60 | -0,1 | 7 | 0 | ESE | 112,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 1 | 21 | 30 | 1015,5 | 8 | 55 | 0 | 8,5 | 0 | ENE | 67,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 1 | 22 | 0 | 1015,4 | 9 | 53 | 0,4 | 9,5 | 0 | N | 0 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 1 | 22 | 30 | 1015,4 | 8,89999962 | 52 | 0 | 9,4 | 0 | SE | 135 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 1 | 23 | 0 | 1015,1 | 8 | 54 | -0,2 | 8,5 | 1,77777778 | ESE | 112,5 | 1,89583338 | 0 |
| 2013 | 2 | 1 | 23 | 30 | 1014,9 | 8,5 | 54 | 0,2 | 9 | 0 | SSW | 202,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 2 | 0 | 0 | 1014,5 | 9,5 | 52 | 0,7 | 10 | 0 | NW | 315 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 2 | 0 | 30 | 1014,3 | 10,1999998 | 49 | 0,4 | 10,7 | 1,38888889 | E | 90 | 1,89583338 | 0 |
| 2013 | 2 | 2 | 1 | 0 | 1014,1 | 9 | 53 | 0,4 | 9,5 | 1,55555553 | NNE | 22,5 | 2,23611106 | 0 |
| 2013 | 2 | 2 | 1 | 30 | 1014 | 9,19999981 | 52 | 0,4 | 9,7 | 0,16666667 | ESE | 112,5 | 0,14583334 | 0 |
| 2013 | 2 | 2 | 2 | 0 | 1013,8 | 9 | 54 | 0,6 | 9,5 | 1,55555553 | ENE | 67,5 | 1,89583338 | 0 |
| 2013 | 2 | 2 | 2 | 30 | 1013,6 | 9,19999981 | 53 | 0,6 | 9,7 | 0,38888888 | ESE | 112,5 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 2 | 3 | 0 | 1013,3 | 9,89999962 | 52 | 0,9 | 10,4 | 0,99999997 | SSE | 157,5 | 1,89583338 | 0 |
| 2013 | 2 | 2 | 3 | 30 | 1013,1 | 11,1999998 | 49 | 1,4 | 11,7 | 0 | SSW | 202,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 2 | 4 | 0 | 1012,9 | 11,8999996 | 47 | 1,4 | 12,4 | 0 | S | 180 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 2 | 4 | 30 | 1012,7 | 12,3999996 | 46 | 1,5 | 12,9 | 0,38888888 | ESE | 112,5 | 1,55555558 | 0 |
| 2013 | 2 | 2 | 5 | 0 | 1012,5 | 13 | 45 | 1,9 | 13,5 | 1,38888889 | WNW | 292,5 | 3,11111116 | 0 |
| 2013 | 2 | 2 | 5 | 30 | 1012,4 | 12,3999996 | 46 | 1,5 | 12,9 | 1,99999995 | NE | 45 | 2,96527773 | 0 |
| 2013 | 2 | 2 | 6 | 0 | 1012,2 | 11,3999996 | 48 | 1,2 | 11,9 | 0 | NNE | 22,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 2 | 6 | 30 | 1012,2 | 10,5 | 51 | 1,2 | 9,9 | 3,99999989 | NNE | 22,5 | 3,98611102 | 0 |
| 2013 | 2 | 2 | 7 | 0 | 1012,2 | 10,1999998 | 52 | 1,3 | 10,7 | 2,94444455 | NNE | 22,5 | 3,98611102 | 0 |
| 2013 | 2 | 2 | 7 | 30 | 1012 | 9,69999981 | 52 | 0,8 | 10,2 | 1,38888889 | ESE | 112,5 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 2 | 8 | 0 | 1012,1 | 9,5 | 53 | 0,9 | 10 | 2,77777778 | NNE | 22,5 | 3,84027782 | 0 |
| 2013 | 2 | 2 | 8 | 30 | 1012 | 9,19999981 | 53 | 0,6 | 9,7 | 2,38888889 | ENE | 67,5 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 2 | 9 | 0 | 1011,9 | 9,19999981 | 54 | 0,8 | 9,7 | 1,77777778 | N | 0 | 3,11111116 | 0 |
| 2013 | 2 | 2 | 9 | 30 | 1012 | 9 | 57 | 1,4 | 9,5 | 0,77777776 | NNW | 337,5 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 2 | 10 | 0 | 1012,1 | 8,89999962 | 57 | 1,3 | 9,4 | 2,16666672 | NNE | 22,5 | 3,11111116 | 0 |
| 2013 | 2 | 2 | 10 | 30 | 1012,1 | 8,69999981 | 59 | 1,7 | 9,2 | 0 | ENE | 67,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 2 | 11 | 0 | 1012,2 | 8,69999981 | 60 | 1,8 | 9,2 | 1,77777778 | NNE | 22,5 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 2 | 11 | 30 | 1012,1 | 8,39999962 | 61 | 1,7 | 8,9 | 0 | NNE | 22,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 2 | 12 | 0 | 1012,2 | 8,39999962 | 61 | 1,7 | 8,9 | 2,16666672 | NE | 45 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 2 | 12 | 30 | 1012,1 | 8,19999981 | 62 | 1,9 | 8,7 | 0 | NE | 45 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 2 | 13 | 0 | 1012,1 | 8,19999981 | 62 | 1,9 | 8,7 | 0,77777776 | NW | 315 | 3,11111116 | 0 |
| 2013 | 2 | 2 | 13 | 30 | 1012,2 | 7,89999962 | 63 | 1,7 | 8,4 | 0,77777776 | W | 270 | 0,68055554 | 0 |
| 2013 | 2 | 2 | 14 | 0 | 1012 | 7,69999981 | 64 | 1,9 | 8,2 | 0 | NNW | 337,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 2 | 14 | 30 | 1011,9 | 7,5 | 65 | 1,9 | 8 | 0,77777776 | WNW | 292,5 | 1,36111109 | 0 |
| 2013 | 2 | 2 | 15 | 0 | 1011,8 | 7,40000001 | 67 | 2,1 | 7,9 | 0 | WNW | 292,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 2 | 15 | 30 | 1012 | 7,19999981 | 68 | 2,2 | 7,7 | 0 | WNW | 292,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 2 | 16 | 0 | 1011,8 | 7,19999981 | 67 | 2 | 7,7 | 0 | NW | 315 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 2 | 16 | 30 | 1011,5 | 6,90000001 | 68 | 1,8 | 7,4 | 0 | WSW | 247,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 2 | 17 | 0 | 1011,6 | 6,69999981 | 69 | 1,9 | 7,2 | 0 | WSW | 247,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 2 | 17 | 30 | 1011,6 | 6,5 | 70 | 2 | 7 | 0 | NNE | 22,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 2 | 18 | 0 | 1011,6 | 6,69999981 | 70 | 2,2 | 7,2 | 3,16666656 | NNW | 337,5 | 3,84027782 | 0 |

| Año | Mes | Día | Hora | Minuto | Presión Rel | Temperatura Exte | Humedad Ext | Temperatura de Rocío | Sensación Térmica | Velocidad Med del Viento | Dirección del viento | dir viento grados | Velocidad max del viento | Lluvia parcial |
|------|-----|-----|------|--------|-------------|------------------|-------------|----------------------|-------------------|--------------------------|----------------------|-------------------|--------------------------|----------------|
| 2013 | 2 | 2 | 23 | 30 | 1011,6 | 3,20000005 | | 88 | 1,9 | 3,7 | 0 N | 0 | 0 | 0,2641 |
| 2013 | 2 | 3 | 0 | 0 | 1011,5 | 3,5 | | 88 | 2,1 | 4 | 0,16666667 ESE | 112,5 | 0,14583334 | 0 |
| 2013 | 2 | 3 | 0 | 30 | 1011,5 | 3,69999981 | | 87 | 2,3 | 4,2 | 1,77777778 NE | 45 | 2,96527773 | 0 |
| 2013 | 2 | 3 | 1 | 0 | 1011,3 | 3,69999981 | | 87 | 2,3 | 4,2 | 3,16666656 NE | 45 | 3,49999991 | 0 |
| 2013 | 2 | 3 | 1 | 30 | 1011,3 | | 3 | 82 | 0,8 | 1 | 4,77777799 SE | 135 | 6,61111113 | 0 |
| 2013 | 2 | 3 | 2 | 0 | 1011,2 | | 2 | 78 | -0,9 | -0,1 | 4,77777799 NE | 45 | 4,18055574 | 0 |
| 2013 | 2 | 3 | 2 | 30 | 1011,3 | 1,20000005 | | 77 | -1,7 | -1,7 | 5,38888878 SE | 135 | 5,73611112 | 0 |
| 2013 | 2 | 3 | 3 | 0 | 1011,4 | 0,89999998 | | 76 | -2,3 | -3,1 | 6,16666688 N | 0 | 11,715278 | 0 |
| 2013 | 2 | 3 | 3 | 30 | 1011,4 | 0,70000005 | | 75 | -2,7 | -5,2 | 7,99999979 NNE | 22,5 | 7,68055565 | 0 |
| 2013 | 2 | 3 | 4 | 0 | 1011,4 | 0,39999998 | | 74 | -3,2 | 0,9 | 2,77777778 NE | 45 | 2,96527773 | 0 |
| 2013 | 2 | 3 | 4 | 30 | 1011,5 | 0,19999999 | | 71 | -3,8 | -4 | 6,38888889 NNE | 22,5 | 8,55555574 | 0 |
| 2013 | 2 | 3 | 5 | 0 | 1011,5 | 0 | | 73 | -3,6 | 0,5 | 0,16666667 N | 0 | 1,74999995 | 0 |
| 2013 | 2 | 3 | 5 | 30 | 1011,3 | -0,3 | | 71 | -4,3 | -2,5 | 4,77777799 N | 0 | 6,27083315 | 0 |
| 2013 | 2 | 3 | 6 | 0 | 1011,2 | -0,5 | | 70 | -4,8 | -3,9 | 5,55555556 NNE | 22,5 | 6,80555556 | 0 |
| 2013 | 2 | 3 | 6 | 30 | 1011,1 | -0,5 | | 71 | -4,7 | 0 | 2,55555555 NE | 45 | 3,84027782 | 0 |
| 2013 | 2 | 3 | 7 | 0 | 1011,1 | -0,5 | | 69 | -5,1 | -4,8 | 6,16666688 NNE | 22,5 | 6,99999981 | 0 |
| 2013 | 2 | 3 | 7 | 30 | 1011 | -0,5 | | 66 | -5,5 | -4,4 | 5,94444434 NNE | 22,5 | 8,21527759 | 0 |
| 2013 | 2 | 3 | 8 | 0 | 1011,1 | -0,5 | | 66 | -5,4 | -6,1 | 7,55555577 NE | 45 | 6,61111113 | 0 |
| 2013 | 2 | 3 | 8 | 30 | 1011 | -0,5 | | 67 | -5,4 | 0 | 3,16666656 NE | 45 | 4,375 | 0 |
| 2013 | 2 | 3 | 9 | 0 | 1011 | -0,7 | | 67 | -5,5 | -3,6 | 5,16666677 NE | 45 | 5,73611112 | 0 |
| 2013 | 2 | 3 | 9 | 30 | 1011,1 | -0,7 | | 65 | -5,9 | -0,2 | 3,38888884 NE | 45 | 2,96527773 | 0 |
| 2013 | 2 | 3 | 10 | 0 | 1011 | -0,7 | | 64 | -6,1 | -2,4 | 4,38888894 NE | 45 | 5,59027778 | 0 |
| 2013 | 2 | 3 | 10 | 30 | 1011,1 | -0,7 | | 64 | -6,1 | -0,2 | 2,16666672 NE | 45 | 3,84027782 | 0 |
| 2013 | 2 | 3 | 11 | 0 | 1011,3 | -0,7 | | 64 | -6,2 | -0,2 | 1,99999995 NE | 45 | 1,89583338 | 0 |
| 2013 | 2 | 3 | 11 | 30 | 1011,3 | -0,90000001 | | 65 | -6,1 | -0,4 | 0 NE | 45 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 3 | 12 | 0 | 1011,3 | -0,90000001 | | 64 | -6,3 | -0,4 | 2,38888899 NE | 45 | 4,52083343 | 0 |
| 2013 | 2 | 3 | 12 | 30 | 1011,6 | -0,90000001 | | 63 | -6,5 | -0,4 | 2,55555555 NE | 45 | 2,96527773 | 0 |
| 2013 | 2 | 3 | 13 | 0 | 1011,6 | -0,7 | | 63 | -6,4 | -0,2 | 2,77777778 NE | 45 | 3,30555565 | 0 |
| 2013 | 2 | 3 | 13 | 30 | 1011,8 | -0,90000001 | | 63 | -6,5 | -3,3 | 4,77777799 NE | 45 | 6,07638889 | 0 |
| 2013 | 2 | 3 | 14 | 0 | 1011,9 | -1 | | 63 | -6,6 | -0,5 | 2,94444455 NE | 45 | 3,98611102 | 0 |
| 2013 | 2 | 3 | 14 | 30 | 1011,9 | -0,90000001 | | 62 | -6,7 | -0,4 | 0,99999997 NE | 45 | 1,55555558 | 0 |
| 2013 | 2 | 3 | 15 | 0 | 1012,2 | -0,90000001 | | 62 | -6,7 | -2,3 | 4,16666667 NE | 45 | 4,86111111 | 0 |
| 2013 | 2 | 3 | 15 | 30 | 1012,3 | -1 | | 63 | -6,6 | -0,5 | 2,77777778 NE | 45 | 3,98611102 | 0 |
| 2013 | 2 | 3 | 16 | 0 | 1012,5 | -0,7 | | 61 | -6,9 | -0,2 | 0,55555556 NE | 45 | 1,55555558 | 0 |
| 2013 | 2 | 3 | 16 | 30 | 1012,7 | -0,7 | | 61 | -6,9 | -0,2 | 1,16666661 NE | 45 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 3 | 17 | 0 | 1012,9 | 0 | | 52 | -8,1 | -4,2 | 6,38888889 NE | 45 | 9,62499963 | 0 |
| 2013 | 2 | 3 | 17 | 30 | 1013 | 0,39999998 | | 52 | -7,8 | -0,3 | 3,77777788 NE | 45 | 5,59027778 | 0 |
| 2013 | 2 | 3 | 18 | 0 | 1012,9 | 0,70000005 | | 52 | -7,5 | -7,6 | 10,99999996 NE | 45 | 12,2013891 | 0 |
| 2013 | 2 | 3 | 18 | 30 | 1013,1 | 1,20000005 | | 51 | -7,3 | 1,7 | 2,77777778 ENE | 67,5 | 5,59027778 | 0 |
| 2013 | 2 | 3 | 19 | 0 | 1013,3 | 1,20000005 | | 50 | -7,5 | -0,9 | 4,77777799 NE | 45 | 7,14583324 | 0 |
| 2013 | 2 | 3 | 19 | 30 | 1013,3 | 1,5 | | 47 | -8,1 | -2,6 | 6,38888889 NE | 45 | 5,59027778 | 0 |
| 2013 | 2 | 3 | 20 | 0 | 1013,5 | 2 | | 45 | -8,2 | -0,9 | 5,38888878 NE | 45 | 6,61111113 | 0 |
| 2013 | 2 | 3 | 20 | 30 | 1013,3 | 2,40000001 | | 45 | -7,8 | -0,2 | 5,16666677 NNE | 22,5 | 4,71527769 | 0 |
| 2013 | 2 | 3 | 21 | 0 | 1013,7 | 3,5 | | 44 | -7 | 4 | 0,55555556 NNW | 315 | 1,36111109 | 0 |
| 2013 | 2 | 3 | 21 | 30 | 1013,6 | 3,5 | | 43 | -7,4 | 4 | 2,16666672 NNE | 22,5 | 3,49999991 | 0 |
| 2013 | 2 | 3 | 22 | 0 | 1014 | 3 | | 38 | -9,3 | -1,8 | 7,38888899 NE | 45 | 8,21527759 | 0 |
| 2013 | 2 | 3 | 22 | 30 | 1014 | 3 | | 42 | -8,1 | 2,4 | 3,77777788 NNE | 22,5 | 7,14583324 | 0 |
| 2013 | 2 | 3 | 23 | 0 | 1014,1 | 3,20000005 | | 39 | -8,9 | -1,1 | 6,77777767 NNE | 22,5 | 7,82638907 | 0 |
| 2013 | 2 | 3 | 23 | 30 | 1013,9 | 3 | | 41 | -8,4 | -3 | 8,77777788 NNE | 22,5 | 10,1111107 | 0 |
| 2013 | 2 | 4 | 0 | 0 | 1013,8 | 3,20000005 | | 36 | -9,9 | -4,4 | 11,16666669 ENE | 67,5 | 13,4652781 | 0 |
| 2013 | 2 | 4 | 0 | 30 | 1013,6 | 2,70000005 | | 39 | -9,3 | -5,2 | 11,38888889 NNW | 315 | 9,96527778 | 0 |
| 2013 | 2 | 4 | 1 | 0 | 1013,3 | 3,20000005 | | 37 | -9,6 | -6,8 | 15,55555556 NNE | 22,5 | 17,5 | 0 |
| 2013 | 2 | 4 | 1 | 30 | 1013,7 | 2,70000005 | | 38 | -9,7 | -5,4 | 11,55555551 NNW | 337,5 | 15,0208331 | 0 |
| 2013 | 2 | 4 | 2 | 0 | 1013,8 | 2,70000005 | | 37 | -10 | -5,8 | 12,3888885 N | 0 | 13,6111111 | 0 |
| 2013 | 2 | 4 | 2 | 30 | 1013,9 | 2,5 | | 39 | -9,5 | -7,1 | 14,3888887 NNE | 22,5 | 17,8402781 | 0 |
| 2013 | 2 | 4 | 3 | 0 | 1013,7 | 2,70000005 | | 39 | -9,3 | -3,3 | 8,77777788 NNW | 315 | 12,3958333 | 0 |
| 2013 | 2 | 4 | 3 | 30 | 1013,9 | 3 | | 38 | -9,3 | -2,1 | 7,77777778 NNE | 22,5 | 7,34027796 | 0 |
| 2013 | 2 | 4 | 4 | 0 | 1014 | 2,90000001 | | 39 | -9,2 | -2 | 7,38888889 SSW | 202,5 | 9,96527778 | 0 |
| 2013 | 2 | 4 | 4 | 30 | 1014,1 | 2,40000001 | | 39 | -9,6 | -6,3 | 12,3888885 NNE | 22,5 | 10,8402774 | 0 |
| 2013 | 2 | 4 | 5 | 0 | 1013,9 | 2,70000005 | | 37 | -10 | -3 | 8,16666656 W | 270 | 9,96527778 | 0 |
| 2013 | 2 | 4 | 5 | 30 | 1013,9 | 2,5 | | 37 | -10,1 | -4,2 | 9,55555598 NNW | 292,5 | 12,5902776 | 0 |
| 2013 | 2 | 4 | 6 | 0 | 1014,2 | 2,70000005 | | 38 | -9,7 | -3,3 | 8,55555534 N | 0 | 7,48611093 | 0 |
| 2013 | 2 | 4 | 6 | 30 | 1014,3 | 3 | | 34 | -10,8 | 0,5 | 5,16666677 NNW | 337,5 | 6,27083315 | 0 |
| 2013 | 2 | 4 | 7 | 0 | 1014,3 | 2 | | 33 | -12 | -7,8 | 14,5555556 NNW | 315 | 19,0555559 | 0 |
| 2013 | 2 | 4 | 7 | 30 | 1014,1 | 1,70000005 | | 37 | -10,9 | -5 | 9,38888868 NNW | 292,5 | 11,5208337 | 0 |
| 2013 | 2 | 4 | 8 | 0 | 1014,4 | 2 | | 38 | -10,3 | -7,3 | 13,1666671 NNW | 337,5 | 16,9652785 | 0 |
| 2013 | 2 | 4 | 8 | 30 | 1014,7 | 1,5 | | 39 | -10,5 | -6,4 | 10,7777776 NNE | 22,5 | 12,9305557 | 0 |
| 2013 | 2 | 4 | 9 | 0 | 1015 | 1 | | 43 | -9,6 | -4,7 | 7,99999979 NW | 315 | 12,3958333 | 0 |
| 2013 | 2 | 4 | 9 | 30 | 1014,9 | 0,89999998 | | 43 | -9,8 | -1,3 | 4,77777799 NW | 315 | 6,46527787 | 0 |
| 2013 | 2 | 4 | 10 | 0 | 1015,2 | 0,5 | | 44 | -9,8 | -2,9 | 5,77777757 NNE | 22,5 | 7,82638907 | 0 |
| 2013 | 2 | 4 | 10 | 30 | 1015,4 | 0 | | 45 | -9,9 | -4,9 | 6,94444444 NNW | 292,5 | 6,07638889 | 0 |
| 2013 | 2 | 4 | 11 | 0 | 1015,6 | -0,3 | | 46 | -9,9 | -5,7 | 7,38888889 NNW | 315 | 8,21527759 | 0 |
| 2013 | 2 | 4 | 11 | 30 | 1015,6 | -0,5 | | 45 | -10,5 | -5,6 | 6,94444444 N | 0 | 13,125 | 0 |
| 2013 | 2 | 4 | 12 | 0 | 1015,7 | -0,5 | | 45 | -10,6 | -3,2 | 5 NNW | 315 | 6,27083315 | 0 |
| 2013 | 2 | 4 | 12 | 30 | 1016 | -0,7 | | 48 | -9,9 | -0,2 | 2,16666672 NNW | 337,5 | 3,84027782 | 0 |
| 2013 | 2 | 4 | 13 | 0 | 1016,2 | -0,90000001 | | 50 | -9,5 | -0,4 | 2,94444455 NNE | 22,5 | 4,52083343 | 0 |
| 2013 | 2 | 4 | 13 | 30 | 1016,1 | -1 | | 50 | -9,6 | -3,9 | 5,16666677 NE | 45 | 6,27083315 | 0 |
| 2013 | 2 | 4 | 14 | 0 | 1016,4 | -1 | | 45 | -11 | -8,5 | 9,16666667 NE | 45 | 11,5208337 | 0 |
| 2013 | 2 | 4 | 14 | 30 | 1016,6 | -1,19999999 | | 48 | -10,3 | -5 | 5,77777757 NE | 45 | 7,68055565 | 0 |
| 2013 | 2 | 4 | 15 | 0 | 1017 | -1,39999998 | | 50 | -10 | -7,7 | 7,99999979 NE | 45 | 7,14583324 | 0 |
| 2013 | 2 | 4 | 15 | 30 | 1017,1 | -1,39999998 | | 52 | -9,5 | -6,7 | 6,94444444 N | 0 | 10,9861113 | 0 |
| 2013 | 2 | 4 | 16 | 0 | 1017,3 | -1,5 | | 53 | -9,3 | -1 | 1,99999995 NW | 315 | 1,74999995 | 0 |
| 2013 | 2 | 4 | 16 | 30 | 1017,5 | -1,5 | | 50 | -10,2 | -4,9 | 5,38888878 NNW | 337,5 | 7,48611093 | 0 |

| Año | Mes | Día | Hora | Minuto | Presión Rel | Temperatura Exte | Humedad Ext | Temperatura de Rocío | Sensación Térmica | Velocidad Med del Viento | Dirección del viento | dir viento grados | Velocidad max del viento | Lluvia parcial |
|------|-----|-----|------|--------|-------------|------------------|-------------|----------------------|-------------------|--------------------------|----------------------|-------------------|--------------------------|----------------|
| 2013 | 2 | 4 | 23 | 0 | 1019,1 | -2 | 53 | -9,9 | -4,6 | 4,77777799 | NNW | 337,5 | 6,99999981 | 0 |
| 2013 | 2 | 4 | 23 | 30 | 1019,1 | -2 | 51 | -10,4 | -7,7 | 7,16666645 | NE | 45 | 6,46527787 | 0 |
| 2013 | 2 | 5 | 0 | 0 | 1019 | -2 | 51 | -10,4 | -9,3 | 8,77777788 | NNE | 22,5 | 8,75 | 0 |
| 2013 | 2 | 5 | 0 | 30 | 1019,3 | -2,20000005 | 52 | -10,2 | -6,9 | 6,38888889 | ENE | 67,5 | 7,34027796 | 0 |
| 2013 | 2 | 5 | 1 | 0 | 1019,3 | -2,20000005 | 51 | -10,5 | -5 | 5 | N | 0 | 4,375 | 0 |
| 2013 | 2 | 5 | 1 | 30 | 1019,4 | -2,20000005 | 50 | -10,8 | -7,5 | 6,77777767 | NNE | 22,5 | 8,21527759 | 0 |
| 2013 | 2 | 5 | 2 | 0 | 1019,3 | -2,20000005 | 51 | -10,6 | -9,6 | 8,77777788 | N | 0 | 7,68055565 | 0 |
| 2013 | 2 | 5 | 2 | 30 | 1019,1 | -2,20000005 | 51 | -10,6 | -8,8 | 7,99999979 | NNE | 22,5 | 8,21527759 | 0 |
| 2013 | 2 | 5 | 3 | 0 | 1019,2 | -2,20000005 | 52 | -10,3 | -6,5 | 5,94444434 | N | 0 | 10,1111107 | 0 |
| 2013 | 2 | 5 | 3 | 30 | 1019,2 | -2,5 | 52 | -10,5 | -4,4 | 4,38888894 | NNE | 22,5 | 4,52083343 | 0 |
| 2013 | 2 | 5 | 4 | 0 | 1019,4 | -2,39999998 | 52 | -10,4 | -5,8 | 5,38888878 | NNE | 22,5 | 6,99999981 | 0 |
| 2013 | 2 | 5 | 4 | 30 | 1019,4 | -2,39999998 | 52 | -10,4 | -3,9 | 4,16666667 | NE | 45 | 5,59027778 | 0 |
| 2013 | 2 | 5 | 5 | 0 | 1019,5 | -2,5 | 52 | -10,6 | -2 | 2,94444455 | NE | 45 | 4,18055574 | 0 |
| 2013 | 2 | 5 | 5 | 30 | 1019,4 | -2,70000005 | 52 | -10,7 | -7,7 | 6,55555566 | NNE | 22,5 | 7,34027796 | 0 |
| 2013 | 2 | 5 | 6 | 0 | 1019,5 | -2,5 | 50 | -11 | -7,7 | 6,77777767 | NNE | 22,5 | 8,36111148 | 0 |
| 2013 | 2 | 5 | 6 | 30 | 1019,5 | -2,5 | 51 | -10,8 | -6,3 | 5,55555556 | N | 0 | 7,34027796 | 0 |
| 2013 | 2 | 5 | 7 | 0 | 1019,6 | -2,70000005 | 52 | -10,7 | -4,2 | 4,16666667 | NE | 45 | 3,64583333 | 0 |
| 2013 | 2 | 5 | 7 | 30 | 1019,6 | -2,70000005 | 51 | -10,9 | -4,2 | 4,16666667 | NE | 45 | 5,39583352 | 0 |
| 2013 | 2 | 5 | 8 | 0 | 1019,9 | -2,70000005 | 51 | -10,9 | -9,1 | 7,77777778 | NE | 45 | 9,77083352 | 0 |
| 2013 | 2 | 5 | 8 | 30 | 1020 | -2,5 | 49 | -11,3 | -7,1 | 6,16666688 | N | 0 | 6,99999981 | 0 |
| 2013 | 2 | 5 | 9 | 0 | 1019,8 | -2,70000005 | 50 | -11,2 | -3,1 | 3,55555561 | WNW | 292,5 | 4,71527769 | 0 |
| 2013 | 2 | 5 | 9 | 30 | 1019,9 | -2,70000005 | 49 | -11,4 | -4,2 | 4,16666667 | NNW | 337,5 | 3,84027782 | 0 |
| 2013 | 2 | 5 | 10 | 0 | 1019,9 | -2,39999998 | 47 | -11,7 | -4,6 | 4,55555545 | NW | 315 | 5,2013888 | 0 |
| 2013 | 2 | 5 | 10 | 30 | 1020 | -2,39999998 | 47 | -11,7 | -5,2 | 5 | N | 0 | 6,46527787 | 0 |
| 2013 | 2 | 5 | 11 | 0 | 1020,3 | -2,5 | 47 | -11,8 | -5 | 4,77777799 | NNW | 337,5 | 4,18055574 | 0 |
| 2013 | 2 | 5 | 11 | 30 | 1020,2 | -2,5 | 47 | -11,9 | -5,4 | 5 | NNE | 22,5 | 5,59027778 | 0 |
| 2013 | 2 | 5 | 12 | 0 | 1020,3 | -2,5 | 46 | -12,1 | -3 | 3,55555561 | N | 0 | 4,86111111 | 0 |
| 2013 | 2 | 5 | 12 | 30 | 1020,5 | -2,5 | 45 | -12,4 | -3,8 | 3,99999989 | NW | 315 | 6,99999981 | 0 |
| 2013 | 2 | 5 | 13 | 0 | 1020,7 | -2,39999998 | 45 | -12,2 | -1,9 | 3,16666656 | N | 0 | 5,2013888 | 0 |
| 2013 | 2 | 5 | 13 | 30 | 1021,1 | -2,5 | 45 | -12,3 | -2 | 0,99999997 | ENE | 67,5 | 1,74999995 | 0 |
| 2013 | 2 | 5 | 14 | 0 | 1021,2 | -2,20000005 | 45 | -12,1 | -3,8 | 4,16666667 | NNE | 22,5 | 6,07638889 | 0 |
| 2013 | 2 | 5 | 14 | 30 | 1021,2 | -2,39999998 | 47 | -11,7 | -2,8 | 3,55555561 | N | 0 | 6,07638889 | 0 |
| 2013 | 2 | 5 | 15 | 0 | 1021,2 | -2,5 | 48 | -11,6 | -6 | 5,38888878 | N | 0 | 4,71527769 | 0 |
| 2013 | 2 | 5 | 15 | 30 | 1021,1 | -2,39999998 | 48 | -11,4 | -1,9 | 0,99999997 | NNE | 22,5 | 1,89583338 | 0 |
| 2013 | 2 | 5 | 16 | 0 | 1021,3 | -2 | 46 | -11,6 | -2,4 | 3,55555561 | ENE | 67,5 | 3,84027782 | 0 |
| 2013 | 2 | 5 | 16 | 30 | 1021,7 | -1,19999999 | 43 | -11,7 | -0,7 | 2,94444455 | NNE | 22,5 | 4,52083343 | 0 |
| 2013 | 2 | 5 | 17 | 0 | 1022,2 | -0,7 | 40 | -12,2 | -6,4 | 7,38888899 | N | 0 | 9,43055537 | 0 |
| 2013 | 2 | 5 | 17 | 30 | 1022,3 | -0,3 | 39 | -12 | -2,8 | 5 | N | 0 | 5,59027778 | 0 |
| 2013 | 2 | 5 | 18 | 0 | 1022,6 | -0,3 | 38 | -12,3 | -7 | 8,77777788 | N | 0 | 11,5208337 | 0 |
| 2013 | 2 | 5 | 18 | 30 | 1022,6 | 0,19999999 | 38 | -11,9 | -1,7 | 4,55555545 | NNE | 22,5 | 4,86111111 | 0 |
| 2013 | 2 | 5 | 19 | 0 | 1022,7 | 0,39999998 | 38 | -11,8 | -5,5 | 7,99999979 | N | 0 | 13,8055554 | 0 |
| 2013 | 2 | 5 | 19 | 30 | 1023 | 0,70000005 | 37 | -11,7 | -6,3 | 9,38888868 | NNW | 337,5 | 11,3749998 | 0 |
| 2013 | 2 | 5 | 20 | 0 | 1023,1 | 0,89999998 | 37 | -11,7 | 1,4 | 3,38888884 | NNE | 22,5 | 5,93055546 | 0 |
| 2013 | 2 | 5 | 20 | 30 | 1023,3 | 0,89999998 | 36 | -12 | -1,3 | 4,77777799 | NNW | 337,5 | 6,46527787 | 0 |
| 2013 | 2 | 5 | 21 | 0 | 1023,7 | 1,20000005 | 34 | -12,4 | -7,5 | 11,94444444 | NE | 45 | 10,8402774 | 0 |
| 2013 | 2 | 5 | 21 | 30 | 1023,8 | 1,5 | 33 | -12,5 | -3,7 | 7,55555577 | ENE | 67,5 | 6,6111113 | 0 |
| 2013 | 2 | 5 | 22 | 0 | 1024 | 1,70000005 | 32 | -12,7 | -2,5 | 6,55555566 | NE | 45 | 6,6111113 | 0 |
| 2013 | 2 | 5 | 22 | 30 | 1024 | 1,70000005 | 33 | -12,3 | -3,9 | 7,99999979 | NE | 45 | 9,77083352 | 0 |
| 2013 | 2 | 5 | 23 | 0 | 1023,7 | 1,70000005 | 32 | -12,7 | -8,9 | 15,9999996 | ENE | 67,5 | 23,4305559 | 0 |
| 2013 | 2 | 5 | 23 | 30 | 1023,8 | 1,70000005 | 32 | -12,7 | -7,8 | 13,7777774 | NNW | 337,5 | 21,1458333 | 0 |
| 2013 | 2 | 6 | 0 | 0 | 1023,7 | 1,90000001 | 32 | -12,6 | -3,9 | 8,16666656 | NNW | 337,5 | 7,14583324 | 0 |
| 2013 | 2 | 6 | 0 | 30 | 1023,7 | 2,20000005 | 32 | -12,2 | -7 | 13,38888891 | NE | 45 | 13,125 | 0 |
| 2013 | 2 | 6 | 1 | 0 | 1023,5 | 2,5 | 32 | -12 | -2,1 | 6,94444444 | NNE | 22,5 | 9,23611111 | 0 |
| 2013 | 2 | 6 | 1 | 30 | 1023,4 | 2,5 | 31 | -12,4 | -4,5 | 9,77777799 | WNW | 292,5 | 9,09027815 | 0 |
| 2013 | 2 | 6 | 2 | 0 | 1023,5 | 2,5 | 31 | -12,4 | -4,5 | 10 | NNE | 22,5 | 13,270833 | 0 |
| 2013 | 2 | 6 | 2 | 30 | 1023,5 | 2,20000005 | 31 | -12,6 | -6,1 | 11,77777782 | NNE | 22,5 | 20,0763885 | 0 |
| 2013 | 2 | 6 | 3 | 0 | 1023,5 | 2,40000001 | 29 | -13,3 | -5,3 | 10,7777776 | NW | 315 | 13,9999996 | 0 |
| 2013 | 2 | 6 | 3 | 30 | 1023,7 | 2,70000005 | 31 | -12,3 | -4,2 | 9,77777799 | NNE | 22,5 | 10,9861113 | 0 |
| 2013 | 2 | 6 | 4 | 0 | 1023,7 | 2,70000005 | 31 | -12,3 | -2 | 7,16666645 | N | 0 | 6,27083315 | 0 |
| 2013 | 2 | 6 | 4 | 30 | 1023,7 | 2,5 | 28 | -13,6 | -3,4 | 8,55555534 | ENE | 67,5 | 7,48611093 | 0 |
| 2013 | 2 | 6 | 5 | 0 | 1023,7 | 2,90000001 | 31 | -12,1 | -4,4 | 10,38888893 | N | 0 | 12,0555552 | 0 |
| 2013 | 2 | 6 | 5 | 30 | 1024 | 2,5 | 31 | -12,4 | -3,7 | 8,94444466 | W | 270 | 10,4513889 | 0 |
| 2013 | 2 | 6 | 6 | 0 | 1024 | 2,70000005 | 29 | -13 | -0,2 | 5,55555556 | NE | 45 | 7,34027796 | 0 |
| 2013 | 2 | 6 | 6 | 30 | 1023,9 | 2,20000005 | 28 | -13,9 | -6,5 | 12,5555558 | N | 0 | 16,9652785 | 0 |
| 2013 | 2 | 6 | 7 | 0 | 1023,8 | 1,70000005 | 31 | -13,1 | -4,7 | 8,94444466 | ENE | 67,5 | 7,82638907 | 0 |
| 2013 | 2 | 6 | 7 | 30 | 1023,8 | 1,90000001 | 29 | -13,8 | -6,5 | 11,55555551 | NNE | 22,5 | 12,7361115 | 0 |
| 2013 | 2 | 6 | 8 | 0 | 1023,9 | 1,70000005 | 31 | -13,1 | -6,2 | 10,7777776 | NNE | 22,5 | 12,7361115 | 0 |
| 2013 | 2 | 6 | 8 | 30 | 1024,1 | 1,20000005 | 33 | -12,8 | -9,5 | 15,5555556 | NNW | 337,5 | 13,6111111 | 0 |
| 2013 | 2 | 6 | 9 | 0 | 1024,4 | 0,89999998 | 34 | -12,7 | -8,8 | 13,38888891 | NNE | 22,5 | 17,3055548 | 0 |
| 2013 | 2 | 6 | 9 | 30 | 1024,4 | 0,70000005 | 34 | -12,9 | -8 | 11,55555551 | NNE | 22,5 | 13,270833 | 0 |
| 2013 | 2 | 6 | 10 | 0 | 1024,4 | 0,39999998 | 35 | -12,8 | -5,4 | 7,77777778 | NE | 45 | 10,6458331 | 0 |
| 2013 | 2 | 6 | 10 | 30 | 1024,3 | 0 | 36 | -12,7 | -3,5 | 5,77777757 | NNE | 22,5 | 7,34027796 | 0 |
| 2013 | 2 | 6 | 11 | 0 | 1024,6 | -0,3 | 37 | -12,6 | -6,1 | 7,77777778 | NNE | 22,5 | 8,02083333 | 0 |
| 2013 | 2 | 6 | 11 | 30 | 1024,7 | -0,5 | 38 | -12,6 | -7,5 | 8,94444466 | NNW | 337,5 | 14,4861107 | 0 |
| 2013 | 2 | 6 | 12 | 0 | 1024,8 | -0,7 | 38 | -12,8 | -8,6 | 10 | NW | 315 | 13,8055554 | 0 |
| 2013 | 2 | 6 | 12 | 30 | 1025,1 | -0,90000001 | 38 | -12,9 | -8,9 | 10 | N | 0 | 16,9652785 | 0 |
| 2013 | 2 | 6 | 13 | 0 | 1025,5 | -1 | 39 | -12,8 | -8,1 | 8,77777788 | NNE | 22,5 | 14,1458335 | 0 |
| 2013 | 2 | 6 | 13 | 30 | 1025,6 | -1,19999999 | 40 | -12,7 | -12,3 | 14,38888887 | N | 0 | 19,3958341 | 0 |
| 2013 | 2 | 6 | 14 | 0 | 1026 | -1,39999998 | 43 | -11,9 | -7,1 | 7,38888899 | N | 0 | 8,75 | 0 |
| 2013 | 2 | 6 | 14 | 30 | 1026 | -1,5 | 44 | -11,7 | -8,6 | 8,77777788 | NNE | 22,5 | 13,8055554 | 0 |
| 2013 | 2 | 6 | 15 | 0 | 1026,1 | -1,5 | 45 | -11,5 | -9,9 | 10,16666662 | NE | 45 | 12,5902776 | 0 |
| 2013 | 2 | 6 | 15 | 30 | 1026,4 | -1,70000005 | 45 | -11,6 | -7,4 | 7,38888899 | W | 270 | 12,0555552 | 0 |
| 2013 | 2 | 6 | 16 | 0 | 1026,6 | -1,70000005 | 45 | -11,6 | -9,7 | 9,77777799 | NNE | 22,5 | 8,55555574 | 0 |
| 2013 | 2 | 6 | 16 | 30 | 1026,9 | -1,89999998 | 46 | -11,5 | -9,1 | 8,77777788 | NE | 45 | 7,82638907 | 0 |
| 2013 | 2 | 6 | 17 | 0 | 1027,1 | -2 | 47 | -11,3 | -5,9 | 5,77777757 | NE | 45 | 6,99999981 | 0 |

| Año | Mes | Día | Hora | Minuto | Presion Rel | Temperatur a Exte | Humedad Ext | Temperatur a de Rocio | Sensación Termica | Velocidad Med del Viento | Direccion del viento | dir viento grados | Velocidad max del viento | Lluvia parcial |
|------|-----|-----|------|--------|-------------|----------------------|----------------|--------------------------|----------------------|--------------------------------|-------------------------|----------------------|--------------------------------|-------------------|
| 2013 | 2 | 6 | 22 | 30 | 1027,8 | -2,5 | 51 | -10,7 | -7,7 | 6,77777767 | WNW | 292,5 | 6,27083315 | 0 |
| 2013 | 2 | 6 | 23 | 0 | 1027,7 | -2,5 | 52 | -10,6 | -4,5 | 4,38888894 | N | 0 | 6,80555556 | 0 |
| 2013 | 2 | 6 | 23 | 30 | 1027,6 | -2,5 | 53 | -10,4 | -8,1 | 6,94444444 | NNW | 337,5 | 6,61111113 | 0 |
| 2013 | 2 | 7 | 0 | 0 | 1027,8 | -2,5 | 53 | -10,4 | -2 | 2,77777778 | NNE | 22,5 | 3,64583333 | 0 |
| 2013 | 2 | 7 | 0 | 30 | 1027,7 | -2,70000005 | 53 | -10,4 | -4,9 | 4,55555545 | NNE | 22,5 | 5,05555537 | 0 |
| 2013 | 2 | 7 | 1 | 0 | 1027,7 | -2,70000005 | 53 | -10,4 | -2,2 | 2,16666672 | NNW | 337,5 | 3,11111116 | 0 |
| 2013 | 2 | 7 | 1 | 30 | 1027,7 | -2,70000005 | 51 | -10,9 | -2,2 | 1,55555553 | SSE | 157,5 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 7 | 2 | 0 | 1027,7 | -2,70000005 | 50 | -11,2 | -6,7 | 5,77777757 | NNE | 22,5 | 6,61111113 | 0 |
| 2013 | 2 | 7 | 2 | 30 | 1027,8 | -2,70000005 | 50 | -11,2 | -3,1 | 3,55555561 | NNW | 337,5 | 7,82638907 | 0 |
| 2013 | 2 | 7 | 3 | 0 | 1027,9 | -2,90000001 | 49 | -11,6 | -4,4 | 4,16666667 | NNW | 337,5 | 6,46527787 | 0 |
| 2013 | 2 | 7 | 3 | 30 | 1027,9 | -3 | 48 | -12 | -2,5 | 2,16666672 | NW | 315 | 1,89583338 | 0 |
| 2013 | 2 | 7 | 4 | 0 | 1028,1 | -3 | 48 | -12,1 | -2,5 | 2,94444455 | NE | 45 | 4,18055574 | 0 |
| 2013 | 2 | 7 | 4 | 30 | 1028,1 | -3 | 46 | -12,5 | -2,5 | 1,16666661 | NNE | 22,5 | 1,36111109 | 0 |
| 2013 | 2 | 7 | 5 | 0 | 1028,3 | -3 | 46 | -12,5 | -2,5 | 1,38888889 | NE | 45 | 1,74999995 | 0 |
| 2013 | 2 | 7 | 5 | 30 | 1028,2 | -3 | 45 | -12,9 | -2,5 | 2,38888899 | NNE | 22,5 | 2,96527773 | 0 |
| 2013 | 2 | 7 | 6 | 0 | 1028,1 | -3 | 45 | -12,9 | -2,5 | 1,55555553 | NW | 315 | 1,36111109 | 0 |
| 2013 | 2 | 7 | 6 | 30 | 1028,2 | -3,20000005 | 45 | -12,9 | -2,7 | 0 | N | 0 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 7 | 7 | 0 | 1028,2 | -3 | 45 | -12,9 | -2,5 | 1,99999995 | ENE | 67,5 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 7 | 7 | 30 | 1028,1 | -3 | 44 | -13,1 | -7,9 | 6,38888889 | N | 0 | 5,73611112 | 0 |
| 2013 | 2 | 7 | 8 | 0 | 1028 | -2,90000001 | 44 | -13 | -2,4 | 2,55555555 | NE | 45 | 4,52083343 | 0 |
| 2013 | 2 | 7 | 8 | 30 | 1027,9 | -3 | 44 | -13 | -2,5 | 3,38888884 | NNE | 22,5 | 4,52083343 | 0 |
| 2013 | 2 | 7 | 9 | 0 | 1028 | -3 | 44 | -13 | -11 | 9,38888868 | NNE | 22,5 | 8,21527759 | 0 |
| 2013 | 2 | 7 | 9 | 30 | 1028 | -3 | 45 | -12,8 | -9,2 | 7,55555577 | N | 0 | 6,61111113 | 0 |
| 2013 | 2 | 7 | 10 | 0 | 1027,9 | -3 | 45 | -12,8 | -6,4 | 5,38888878 | NE | 45 | 4,86111111 | 0 |
| 2013 | 2 | 7 | 10 | 30 | 1027,9 | -3 | 46 | -12,5 | -7,3 | 5,94444434 | N | 0 | 8,55555574 | 0 |
| 2013 | 2 | 7 | 11 | 0 | 1028,1 | -2,90000001 | 46 | -12,4 | -6,6 | 5,55555556 | NNE | 22,5 | 7,68055565 | 0 |
| 2013 | 2 | 7 | 11 | 30 | 1028,3 | -2,90000001 | 46 | -12,4 | -6,3 | 5,38888878 | NNE | 22,5 | 6,99999981 | 0 |
| 2013 | 2 | 7 | 12 | 0 | 1028,4 | -2,90000001 | 46 | -12,4 | -8,9 | 7,38888899 | NE | 45 | 6,46527787 | 0 |
| 2013 | 2 | 7 | 12 | 30 | 1028,5 | -2,70000005 | 46 | -12,2 | -9,5 | 8,16666656 | NNE | 22,5 | 9,09027815 | 0 |
| 2013 | 2 | 7 | 13 | 0 | 1028,6 | -2,70000005 | 47 | -12 | -6,7 | 5,77777757 | NNE | 22,5 | 6,80555556 | 0 |
| 2013 | 2 | 7 | 13 | 30 | 1028,6 | -2,70000005 | 49 | -11,4 | -11,1 | 10 | NNE | 22,5 | 8,75 | 0 |
| 2013 | 2 | 7 | 14 | 0 | 1028,7 | -2,70000005 | 50 | -11,2 | -6,7 | 5,77777757 | NE | 45 | 7,34027796 | 0 |
| 2013 | 2 | 7 | 14 | 30 | 1028,9 | -2,5 | 50 | -11,1 | -8,1 | 6,94444444 | NNE | 22,5 | 9,09027815 | 0 |
| 2013 | 2 | 7 | 15 | 0 | 1029 | -2,39999998 | 50 | -10,9 | -8,1 | 7,16666645 | NNE | 22,5 | 7,14583324 | 0 |
| 2013 | 2 | 7 | 15 | 30 | 1029,1 | -2 | 50 | -10,6 | -7,2 | 6,77777767 | NNE | 22,5 | 7,14583324 | 0 |
| 2013 | 2 | 7 | 16 | 0 | 1029,2 | -1,70000005 | 49 | -10,5 | -9 | 8,94444466 | NNE | 22,5 | 7,82638907 | 0 |
| 2013 | 2 | 7 | 16 | 30 | 1029,1 | -1 | 48 | -10,2 | -6,7 | 7,38888899 | N | 0 | 9,23611111 | 0 |
| 2013 | 2 | 7 | 17 | 0 | 1029 | -0,7 | 48 | -9,9 | -10,5 | 12,3888885 | NNE | 22,5 | 10,8402774 | 0 |
| 2013 | 2 | 7 | 17 | 30 | 1028,9 | -0,5 | 47 | -10 | -10,8 | 13,3888891 | NNE | 22,5 | 17,645833 | 0 |
| 2013 | 2 | 7 | 18 | 0 | 1029,1 | -0,09999999 | 47 | -9,6 | -5,6 | 7,38888899 | SSW | 202,5 | 9,96527778 | 0 |
| 2013 | 2 | 7 | 18 | 30 | 1029,3 | 0 | 46 | -9,6 | -10,4 | 14,3888887 | NNE | 22,5 | 14,3402778 | 0 |
| 2013 | 2 | 7 | 19 | 0 | 1029,3 | 0,39999998 | 46 | -9,4 | -6,8 | 9,38888868 | N | 0 | 8,75 | 0 |
| 2013 | 2 | 7 | 19 | 30 | 1029,6 | 0,70000005 | 46 | -9 | -8,1 | 11,9444444 | N | 0 | 15,7013885 | 0 |
| 2013 | 2 | 7 | 20 | 0 | 1029,8 | 0,89999998 | 45 | -9,2 | -5,5 | 8,55555534 | N | 0 | 8,21527759 | 0 |
| 2013 | 2 | 7 | 20 | 30 | 1029,9 | 1,39999998 | 44 | -9 | 1,9 | 3,38888884 | NNE | 22,5 | 3,30555565 | 0 |
| 2013 | 2 | 7 | 21 | 0 | 1029,7 | 1,39999998 | 43 | -9,3 | -7 | 11,3888889 | N | 0 | 14,4861107 | 0 |
| 2013 | 2 | 7 | 21 | 30 | 1029,8 | 1,5 | 44 | -8,8 | -3,5 | 7,38888899 | NNE | 22,5 | 6,80555556 | 0 |
| 2013 | 2 | 7 | 22 | 0 | 1030 | 1,70000005 | 44 | -8,7 | -3,6 | 7,55555577 | NNE | 22,5 | 13,9999996 | 0 |
| 2013 | 2 | 7 | 22 | 30 | 1030,2 | 2 | 44 | -8,4 | -7,1 | 13,1666671 | N | 0 | 16,2361119 | 0 |
| 2013 | 2 | 7 | 23 | 0 | 1030,3 | 2,5 | 43 | -8,2 | -5,5 | 11,5555551 | NNE | 22,5 | 10,1111107 | 0 |
| 2013 | 2 | 7 | 23 | 30 | 1030,2 | 1,70000005 | 47 | -7,8 | -6,7 | 11,77777782 | N | 0 | 16,090277 | 0 |
| 2013 | 2 | 8 | 0 | 0 | 1030,1 | 2,20000005 | 46 | -7,6 | -3,4 | 8,16666656 | NNE | 22,5 | 10,8402774 | 0 |
| 2013 | 2 | 8 | 0 | 30 | 1030,1 | 2 | 46 | -7,8 | -3,5 | 7,99999979 | N | 0 | 9,09027815 | 0 |
| 2013 | 2 | 8 | 1 | 0 | 1030 | 3,20000005 | 44 | -7,3 | -4,1 | 10,7777776 | N | 0 | 11,5208337 | 0 |
| 2013 | 2 | 8 | 1 | 30 | 1029,9 | 3,20000005 | 44 | -7,4 | 0,1 | 5,55555556 | NNE | 22,5 | 8,21527759 | 0 |
| 2013 | 2 | 8 | 2 | 0 | 1029,7 | 3,90000001 | 40 | -8 | -4 | 11,77777782 | N | 0 | 17,1111115 | 0 |
| 2013 | 2 | 8 | 2 | 30 | 1029,4 | 4 | 40 | -7,9 | 0 | 6,55555566 | N | 0 | 5,7361112 | 0 |
| 2013 | 2 | 8 | 3 | 0 | 1029,2 | 3,90000001 | 42 | -7,3 | -1,8 | 8,55555534 | ENE | 67,5 | 15,8958337 | 0 |
| 2013 | 2 | 8 | 3 | 30 | 1029 | 3,69999981 | 43 | -7,2 | 2,7 | 3,99999989 | NNE | 22,5 | 5,2013888 | 0 |
| 2013 | 2 | 8 | 4 | 0 | 1028,8 | 3,90000001 | 40 | -8 | -3,4 | 10,7777776 | NE | 45 | 16,6250004 | 0 |
| 2013 | 2 | 8 | 4 | 30 | 1028,8 | 3,5 | 40 | -8,2 | -4,1 | 11,3888889 | N | 0 | 15,8958337 | 0 |
| 2013 | 2 | 8 | 5 | 0 | 1028,8 | 3,69999981 | 42 | -7,5 | -2,2 | 8,77777788 | ENE | 67,5 | 10,3055559 | 0 |
| 2013 | 2 | 8 | 5 | 30 | 1028,7 | 4,19999981 | 41 | -7,3 | 1,1 | 5,77777757 | N | 0 | 8,36111148 | 0 |
| 2013 | 2 | 8 | 6 | 0 | 1028,8 | 3,90000001 | 42 | -7,3 | 1,6 | 5 | NE | 45 | 5,05555537 | 0 |
| 2013 | 2 | 8 | 6 | 30 | 1028,9 | 3,20000005 | 45 | -7 | -2,2 | 8,16666656 | NNE | 22,5 | 8,55555574 | 0 |
| 2013 | 2 | 8 | 7 | 0 | 1029 | 3,40000001 | 44 | -7,2 | -6,5 | 15,5555556 | NNW | 337,5 | 20,465277 | 0 |
| 2013 | 2 | 8 | 7 | 30 | 1029 | 3,40000001 | 44 | -7,2 | -0,8 | 6,77777767 | N | 0 | 8,36111148 | 0 |
| 2013 | 2 | 8 | 8 | 0 | 1029,1 | 3,20000005 | 46 | -6,7 | -2,2 | 8,16666656 | ENE | 67,5 | 12,9305557 | 0 |
| 2013 | 2 | 8 | 8 | 30 | 1029,2 | 3,20000005 | 46 | -6,7 | -4,3 | 10,9999996 | NNE | 22,5 | 10,8402774 | 0 |
| 2013 | 2 | 8 | 9 | 0 | 1029,2 | 3 | 48 | -6,3 | 1,5 | 4,38888894 | N | 0 | 6,99999981 | 0 |
| 2013 | 2 | 8 | 9 | 30 | 1029,2 | 2,70000005 | 51 | -5,8 | 0,9 | 4,55555545 | NNE | 22,5 | 5,2013888 | 0 |
| 2013 | 2 | 8 | 10 | 0 | 1029,2 | 2,70000005 | 51 | -5,8 | 0,7 | 4,77777799 | N | 0 | 4,375 | 0 |
| 2013 | 2 | 8 | 10 | 30 | 1029,3 | 2,90000001 | 49 | -6,3 | -3,2 | 8,77777788 | NNE | 22,5 | 10,8402774 | 0 |
| 2013 | 2 | 8 | 11 | 0 | 1029,3 | 2,5 | 49 | -6,5 | 0,4 | 4,77777799 | NNW | 337,5 | 6,46527787 | 0 |
| 2013 | 2 | 8 | 11 | 30 | 1029,3 | 2,20000005 | 50 | -6,5 | -5,4 | 10,7777776 | NNE | 22,5 | 13,6111111 | 0 |
| 2013 | 2 | 8 | 12 | 0 | 1029,5 | 2 | 49 | -7 | 0 | 4,77777799 | NE | 45 | 6,46527787 | 0 |
| 2013 | 2 | 8 | 12 | 30 | 1029,5 | 2 | 49 | -7,1 | 1 | 3,99999989 | WNW | 292,5 | 4,86111111 | 0 |
| 2013 | 2 | 8 | 13 | 0 | 1029,6 | 2 | 49 | -7,1 | -0,9 | 5,38888878 | N | 0 | 7,68055565 | 0 |
| 2013 | 2 | 8 | 13 | 30 | 1029,7 | 2 | 49 | -7 | -3,3 | 7,77777778 | NNW | 337,5 | 6,80555556 | 0 |
| 2013 | 2 | 8 | 14 | 0 | 1029,8 | 1,90000001 | 49 | -7,2 | -3,7 | 7,99999979 | ENE | 67,5 | 6,99999981 | 0 |
| 2013 | 2 | 8 | 14 | 30 | 1029,7 | 1,90000001 | 49 | -7,2 | -1,7 | 5,94444434 | WNW | 292,5 | 7,68055565 | 0 |
| 2013 | 2 | 8 | 15 | 0 | 1029,8 | 1,70000005 | 49 | -7,3 | -4,7 | 8,94444466 | NE | 45 | 12,3958333 | 0 |
| 2013 | 2 | 8 | 15 | 30 | 1029,9 | 1,70000005 | 48 | -7,5 | 0,7 | 3,99999989 | NNW | 337,5 | 5,7361112 | 0 |
| 2013 | 2 | 8 | 16 | 0 | 1030 | 1,70000005 | 49 | -7,3 | -2,7 | 6,77777767 | N | 0 | 6,07638889 | 0 |
| 2013 | 2 | 8 | 16 | 30 | 1030,1 | 1,5 | 49 | -7,5 | -4,1 | 7,99999979 | N | 0 | 8,02083333 | 0 |

| Año | Mes | Día | Hora | Minuto | Presión Rel | Temperatura Exte | Humedad Ext | Temperatura de Rocío | Sensación Térmica | Velocidad Med del Viento | Dirección del viento | dir viento grados | Velocidad max del viento | Lluvia parcial |
|------|-----|-----|------|--------|-------------|------------------|-------------|----------------------|-------------------|--------------------------|----------------------|-------------------|--------------------------|----------------|
| 2013 | 2 | 8 | 22 | 0 | 1029,7 | 1,9000001 | 51 | -6,7 | -6,8 | 12,1666665 | N | 0 | 14,3402778 | 0 |
| 2013 | 2 | 8 | 22 | 30 | 1029,8 | 1,9000001 | 51 | -6,7 | -2,2 | 6,38888889 | N | 0 | 5,59027778 | 0 |
| 2013 | 2 | 8 | 23 | 0 | 1029,9 | 2 | 51 | -6,6 | -5,4 | 10,1666662 | N | 0 | 12,0555552 | 0 |
| 2013 | 2 | 8 | 23 | 30 | 1030,1 | 1,9000001 | 53 | -6,2 | -0,2 | 4,77777799 | N | 0 | 6,99999981 | 0 |
| 2013 | 2 | 9 | 0 | 0 | 1029,9 | 1,70000005 | 53 | -6,2 | -5 | 9,38888886 | ENE | 67,5 | 12,2013891 | 0 |
| 2013 | 2 | 9 | 0 | 30 | 1029,5 | 1,70000005 | 54 | -6 | -2,1 | 6,16666688 | ENE | 67,5 | 7,14583324 | 0 |
| 2013 | 2 | 9 | 1 | 0 | 1029,3 | 1,70000005 | 55 | -5,9 | -4,7 | 8,77777788 | N | 0 | 7,68055565 | 0 |
| 2013 | 2 | 9 | 1 | 30 | 1029,1 | 1,5 | 55 | -5,9 | -2,5 | 6,38888889 | NE | 45 | 7,34027796 | 0 |
| 2013 | 2 | 9 | 2 | 0 | 1029 | 1,70000005 | 54 | -6,1 | 0,6 | 3,99999989 | NNE | 22,5 | 6,6111113 | 0 |
| 2013 | 2 | 9 | 2 | 30 | 1029 | 1,5 | 54 | -6,2 | 0,2 | 4,16666667 | E | 90 | 5,59027778 | 0 |
| 2013 | 2 | 9 | 3 | 0 | 1029,1 | 1,5 | 52 | -6,7 | 2 | 2,16666672 | NNE | 22,5 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 9 | 3 | 30 | 1029,1 | 1,39999998 | 53 | -6,6 | 1,9 | 1,16666661 | WNW | 292,5 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 9 | 4 | 0 | 1029,3 | 1 | 54 | -6,7 | 1,5 | 1,38888889 | NW | 315 | 1,21527778 | 0 |
| 2013 | 2 | 9 | 4 | 30 | 1029,3 | 1 | 54 | -6,7 | 1,5 | 3,16666656 | NNW | 337,5 | 2,77083324 | 0 |
| 2013 | 2 | 9 | 5 | 0 | 1029,5 | 1 | 55 | -6,4 | -0,8 | 4,55555545 | W | 270 | 8,02083333 | 0 |
| 2013 | 2 | 9 | 5 | 30 | 1029,3 | 0,89999998 | 55 | -6,6 | 1,4 | 0 | W | 270 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 9 | 6 | 0 | 1029,3 | 0,5 | 56 | -6,7 | 1 | 0 | W | 270 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 9 | 6 | 30 | 1029,3 | 0,70000005 | 55 | -6,8 | 1,2 | 1,38888889 | SSW | 202,5 | 1,89583338 | 0 |
| 2013 | 2 | 9 | 7 | 0 | 1029,3 | 0,19999999 | 56 | -6,9 | 0,7 | 0 | SSW | 202,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 9 | 7 | 30 | 1029,5 | -0,09999999 | 57 | -7,1 | 0,4 | 0 | W | 270 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 9 | 8 | 0 | 1029,4 | -0,3 | 59 | -6,7 | 0,2 | 0 | S | 180 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 9 | 8 | 30 | 1029,3 | 0 | 57 | -6,9 | 0,5 | 0,16666667 | S | 180 | 0,14583334 | 0 |
| 2013 | 2 | 9 | 9 | 0 | 1029,2 | 0 | 56 | -7,1 | 0,5 | 0 | S | 180 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 9 | 9 | 30 | 1029,2 | -0,09999999 | 57 | -7,1 | 0,4 | 0 | SE | 135 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 9 | 10 | 0 | 1029,1 | 0 | 57 | -6,9 | 0,5 | 0 | SSE | 157,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 9 | 10 | 30 | 1029,1 | 0,19999999 | 56 | -6,9 | 0,7 | 0 | SSE | 157,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 9 | 11 | 0 | 1029,1 | 0,39999998 | 56 | -6,8 | 0,9 | 0 | S | 180 | 1,55555558 | 0 |
| 2013 | 2 | 9 | 11 | 30 | 1029 | 0,19999999 | 56 | -6,9 | 0,7 | 0 | WSW | 247,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 9 | 12 | 0 | 1028,6 | 0 | 58 | -6,7 | 0,5 | 0 | S | 180 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 9 | 12 | 30 | 1028,6 | 0 | 60 | -6,2 | 0,5 | 0 | SSW | 202,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 9 | 13 | 0 | 1028,5 | -0,3 | 61 | -6,4 | 0,2 | 0 | SW | 225 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 9 | 13 | 30 | 1028,6 | -0,3 | 62 | -6,2 | 0,2 | 0 | W | 270 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 9 | 14 | 0 | 1028,5 | -0,3 | 63 | -5,9 | 0,2 | 0 | NW | 315 | 1,55555558 | 0 |
| 2013 | 2 | 9 | 14 | 30 | 1028,5 | -0,3 | 65 | -5,5 | 0,2 | 2,55555555 | SSE | 157,5 | 2,96527773 | 0 |
| 2013 | 2 | 9 | 15 | 0 | 1028,2 | -0,3 | 65 | -5,5 | 0,2 | 2,38888889 | WSW | 247,5 | 4,71527769 | 0 |
| 2013 | 2 | 9 | 15 | 30 | 1028,2 | 0,19999999 | 65 | -5 | 0 | 3,55555561 | W | 270 | 5,7361112 | 0 |
| 2013 | 2 | 9 | 16 | 0 | 1028 | 0,5 | 63 | -5,1 | 1 | 1,16666661 | W | 270 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 9 | 16 | 30 | 1028,3 | 0,89999998 | 63 | -4,8 | -0,4 | 4,16666667 | NW | 315 | 5,7361112 | 0 |
| 2013 | 2 | 9 | 17 | 0 | 1028 | 1 | 62 | -4,8 | 1,5 | 2,38888889 | W | 270 | 4,86111111 | 0 |
| 2013 | 2 | 9 | 17 | 30 | 1027,8 | 2 | 60 | -4,4 | 0,1 | 4,55555545 | NW | 315 | 5,2013888 | 0 |
| 2013 | 2 | 9 | 18 | 0 | 1027,7 | 3 | 58 | -3,9 | 2,3 | 3,77777788 | SSW | 202,5 | 5,39583352 | 0 |
| 2013 | 2 | 9 | 18 | 30 | 1027,5 | 3 | 59 | -3,7 | -0,2 | 5,77777757 | WNW | 292,5 | 7,68055565 | 0 |
| 2013 | 2 | 9 | 19 | 0 | 1027,4 | 3 | 58 | -3,9 | 1,4 | 4,38888894 | SSE | 157,5 | 4,18055574 | 0 |
| 2013 | 2 | 9 | 19 | 30 | 1027,3 | 3,40000001 | 57 | -3,8 | 3,9 | 2,94444455 | NW | 315 | 5,2013888 | 0 |
| 2013 | 2 | 9 | 20 | 0 | 1027 | 4 | 55 | -3,6 | 3,5 | 3,77777788 | NW | 315 | 3,49999991 | 0 |
| 2013 | 2 | 9 | 20 | 30 | 1026,9 | 4,40000001 | 56 | -3,1 | 0,8 | 6,16666688 | NNW | 337,5 | 5,39583352 | 0 |
| 2013 | 2 | 9 | 21 | 0 | 1026,6 | 5 | 57 | -2,3 | 1,1 | 6,55555566 | N | 0 | 8,21527759 | 0 |
| 2013 | 2 | 9 | 21 | 30 | 1026,6 | 5,5 | 55 | -2,2 | 3 | 5,38888878 | SE | 135 | 6,80555556 | 0 |
| 2013 | 2 | 9 | 22 | 0 | 1026,1 | 6 | 55 | -1,8 | -0,2 | 10 | WSW | 247,5 | 10,6458331 | 0 |
| 2013 | 2 | 9 | 22 | 30 | 1025,8 | 6,90000001 | 55 | -1 | 5,1 | 4,77777799 | NW | 315 | 12,3958333 | 0 |
| 2013 | 2 | 9 | 23 | 0 | 1025,7 | 7 | 55 | -0,9 | 4 | 5,94444434 | WSW | 247,5 | 5,2013888 | 0 |
| 2013 | 2 | 9 | 23 | 30 | 1025,4 | 7,19999981 | 55 | -0,6 | 4 | 6,38888889 | WNW | 292,5 | 8,75 | 0 |
| 2013 | 2 | 10 | 0 | 0 | 1025,1 | 7 | 57 | -0,3 | 6,3 | 3,99999989 | WSW | 247,5 | 9,23611111 | 0 |
| 2013 | 2 | 10 | 0 | 30 | 1024,8 | 7,19999981 | 57 | -0,1 | 4,9 | 5,38888878 | NW | 315 | 4,71527769 | 0 |
| 2013 | 2 | 10 | 1 | 0 | 1024,6 | 7,40000001 | 58 | 0,1 | 3,9 | 6,55555566 | W | 270 | 7,48611093 | 0 |
| 2013 | 2 | 10 | 1 | 30 | 1023,9 | 7,69999981 | 58 | 0,5 | 4,2 | 6,77777767 | S | 180 | 6,27083315 | 0 |
| 2013 | 2 | 10 | 2 | 0 | 1023,7 | 7,89999962 | 58 | 0,6 | 4,1 | 6,94444444 | NNE | 22,5 | 6,99999981 | 0 |
| 2013 | 2 | 10 | 2 | 30 | 1023,7 | 7,89999962 | 59 | 0,8 | 7,1 | 3,99999989 | NW | 315 | 7,14583324 | 0 |
| 2013 | 2 | 10 | 3 | 0 | 1023,6 | 8 | 59 | 1 | 7,6 | 3,77777788 | NNW | 337,5 | 5,93055546 | 0 |
| 2013 | 2 | 10 | 3 | 30 | 1023,6 | 8,5 | 58 | 1,1 | 9 | 1,99999995 | NNW | 337,5 | 1,89583338 | 0 |
| 2013 | 2 | 10 | 4 | 0 | 1023,6 | 10 | 53 | 1,4 | 10,5 | 0,55555556 | NNW | 292,5 | 1,89583338 | 0 |
| 2013 | 2 | 10 | 4 | 30 | 1023,6 | 9,89999962 | 54 | 1,5 | 9,7 | 3,55555561 | W | 270 | 3,30555565 | 0 |
| 2013 | 2 | 10 | 5 | 0 | 1023,6 | 9 | 57 | 1,4 | 6,3 | 5,94444434 | NW | 315 | 7,14583324 | 0 |
| 2013 | 2 | 10 | 5 | 30 | 1023,7 | 8 | 61 | 1,4 | 5,3 | 5,77777757 | NW | 315 | 7,34027796 | 0 |
| 2013 | 2 | 10 | 6 | 0 | 1023,6 | 7,69999981 | 62 | 1,4 | 6,8 | 4,16666667 | ENE | 67,5 | 4,52083343 | 0 |
| 2013 | 2 | 10 | 6 | 30 | 1023,7 | 8 | 63 | 1,8 | 8,5 | 0,77777776 | W | 270 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 10 | 7 | 0 | 1023,7 | 8,39999962 | 62 | 2 | 8,9 | 3,38888884 | WNW | 292,5 | 2,96527773 | 0 |
| 2013 | 2 | 10 | 7 | 30 | 1023,8 | 8,19999981 | 63 | 2 | 8,7 | 2,55555555 | WNW | 292,5 | 3,84027782 | 0 |
| 2013 | 2 | 10 | 8 | 0 | 1023,7 | 8 | 64 | 2,1 | 8,5 | 1,38888889 | WNW | 292,5 | 1,89583338 | 0 |
| 2013 | 2 | 10 | 8 | 30 | 1023,8 | 8,39999962 | 62 | 2 | 8,9 | 1,55555553 | N | 0 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 10 | 9 | 0 | 1023,9 | 9,19999981 | 57 | 1,6 | 9,7 | 2,94444455 | N | 0 | 4,375 | 0 |
| 2013 | 2 | 10 | 9 | 30 | 1024,3 | 9,19999981 | 57 | 1,6 | 9,7 | 0 | NE | 45 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 10 | 10 | 0 | 1024,8 | 7,5 | 67 | 2,2 | 4,9 | 5,55555556 | NNE | 22,5 | 6,80555556 | 0 |
| 2013 | 2 | 10 | 10 | 30 | 1025,1 | 6,69999981 | 67 | 1,4 | 0,9 | 9,38888868 | NE | 45 | 11,3749998 | 0 |
| 2013 | 2 | 10 | 11 | 0 | 1025,2 | 6,40000001 | 64 | 0,5 | 2,7 | 6,55555566 | N | 0 | 9,43055537 | 0 |
| 2013 | 2 | 10 | 11 | 30 | 1025,2 | 6 | 64 | 0,2 | -0,7 | 10,99999996 | NE | 45 | 12,5902776 | 0 |
| 2013 | 2 | 10 | 12 | 0 | 1025,5 | 6,19999981 | 63 | 0,2 | 0,7 | 8,94444466 | N | 0 | 7,82638907 | 0 |
| 2013 | 2 | 10 | 12 | 30 | 1025,6 | 6,40000001 | 63 | 0,3 | 1 | 8,77777788 | ENE | 67,5 | 8,55555574 | 0 |
| 2013 | 2 | 10 | 13 | 0 | 1025,5 | 6 | 63 | 0 | 2,8 | 6,16666688 | NNE | 22,5 | 6,46527787 | 0 |
| 2013 | 2 | 10 | 13 | 30 | 1025,4 | 6 | 60 | -0,6 | 4 | 5 | N | 0 | 5,2013888 | 0 |
| 2013 | 2 | 10 | 14 | 0 | 1025,6 | 6,19999981 | 59 | -0,6 | 1,8 | 7,55555577 | NNE | 22,5 | 7,14583324 | 0 |
| 2013 | 2 | 10 | 14 | 30 | 1025,7 | 6 | 57 | -1,3 | 2,4 | 6,55555566 | NNW | 337,5 | 8,75 | 0 |
| 2013 | 2 | 10 | 15 | 0 | 1026 | 6 | 54 | -2,1 | 1,7 | 7,16666645 | NNE | 22,5 | 7,68055565 | 0 |
| 2013 | 2 | 10 | 15 | 30 | 1025,9 | 6,19999981 | 46 | -4 | 4 | 5,16666677 | ENE | 67,5 | 5,59027778 | 0 |
| 2013 | 2 | 10 | 16 | 0 | 1026 | 6,19999981 | 43 | -4,9 | 2,6 | 6,55555566 | NE | 45 | 10,3055559 | 0 |

| Año | Mes | Día | Hora | Minuto | Presión Rel | Temperatura Exte | Humedad Ext | Temperatura de Rocío | Sensación Térmica | Velocidad Med del Viento | Dirección del viento | dir viento grados | Velocidad max del viento | Lluvia parcial |
|------|-----|-----|------|--------|-------------|------------------|-------------|----------------------|-------------------|--------------------------|----------------------|-------------------|--------------------------|----------------|
| 2013 | 2 | 10 | 21 | 30 | 1026,7 | 4,69999981 | 57 | -2,6 | -2,5 | 10,9999996 | NNW | 337,5 | 9,62499963 | 0 |
| 2013 | 2 | 10 | 22 | 0 | 1026,9 | 4,69999981 | 56 | -2,7 | 2,6 | 5 | ENE | 67,5 | 5,05555537 | 0 |
| 2013 | 2 | 10 | 22 | 30 | 1027 | 4,69999981 | 54 | -3,2 | 1,7 | 5,77777757 | NE | 45 | 8,36111148 | 0 |
| 2013 | 2 | 10 | 23 | 0 | 1027,3 | 4,9000001 | 50 | -4,1 | 1,8 | 5,77777757 | NNW | 337,5 | 5,05555537 | 0 |
| 2013 | 2 | 10 | 23 | 30 | 1027,5 | 5 | 50 | -4 | -2,5 | 11,5555551 | NNE | 22,5 | 10,11111107 | 0 |
| 2013 | 2 | 11 | 0 | 0 | 1027,6 | 4,9000001 | 51 | -3,9 | 3,2 | 4,55555545 | NE | 45 | 5,59027778 | 0 |
| 2013 | 2 | 11 | 0 | 30 | 1027,6 | 4,69999981 | 52 | -3,7 | 5,2 | 2,94444455 | NNE | 22,5 | 4,86111111 | 0 |
| 2013 | 2 | 11 | 1 | 0 | 1027,6 | 4,69999981 | 52 | -3,8 | 1 | 6,38888889 | N | 0 | 6,27083315 | 0 |
| 2013 | 2 | 11 | 1 | 30 | 1027,3 | 4,69999981 | 51 | -4 | 0,7 | 6,77777767 | NNE | 22,5 | 5,93055546 | 0 |
| 2013 | 2 | 11 | 2 | 0 | 1027,3 | 4,9000001 | 47 | -5 | 0,6 | 6,94444444 | ENE | 67,5 | 8,36111148 | 0 |
| 2013 | 2 | 11 | 2 | 30 | 1027,5 | 4,69999981 | 50 | -4,3 | 2,7 | 4,77777799 | NNE | 22,5 | 5,59027778 | 0 |
| 2013 | 2 | 11 | 3 | 0 | 1027,7 | 4,4000001 | 52 | -4,1 | 2,7 | 4,55555545 | ENE | 67,5 | 5,05555537 | 0 |
| 2013 | 2 | 11 | 3 | 30 | 1027,6 | 4,5 | 51 | -4,2 | 1 | 6,16666688 | NNE | 22,5 | 8,89583296 | 0 |
| 2013 | 2 | 11 | 4 | 0 | 1027,9 | 4,69999981 | 49 | -4,5 | 3,1 | 4,55555545 | NNE | 22,5 | 5,05555537 | 0 |
| 2013 | 2 | 11 | 4 | 30 | 1027,9 | 4,69999981 | 51 | -4,1 | 2,7 | 4,77777799 | NNE | 22,5 | 7,14583324 | 0 |
| 2013 | 2 | 11 | 5 | 0 | 1027,7 | 4,5 | 51 | -4,2 | 4 | 3,77777788 | NE | 45 | 5,93055546 | 0 |
| 2013 | 2 | 11 | 5 | 30 | 1027,8 | 4,5 | 52 | -3,9 | 5 | 0 | NNW | 337,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 11 | 6 | 0 | 1027,5 | 4,4000001 | 50 | -4,6 | 4,9 | 2,77777778 | ENE | 67,5 | 2,43055556 | 0 |
| 2013 | 2 | 11 | 6 | 30 | 1027,6 | 4,19999981 | 51 | -4,4 | 4,7 | 0 | W | 270 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 11 | 7 | 0 | 1027,4 | 4,4000001 | 50 | -4,6 | 3,2 | 4,16666667 | NE | 45 | 4,52083343 | 0 |
| 2013 | 2 | 11 | 7 | 30 | 1027,3 | 4,5 | 52 | -4 | 5 | 1,77777778 | ESE | 112,5 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 11 | 8 | 0 | 1027,2 | 4,4000001 | 54 | -3,6 | 4,9 | 0,77777776 | ESE | 112,5 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 11 | 8 | 30 | 1027,2 | 4,5 | 53 | -3,6 | 5 | 3,38888884 | NNE | 22,5 | 4,52083343 | 0 |
| 2013 | 2 | 11 | 9 | 0 | 1027,2 | 5,19999981 | 52 | -3,3 | 3,5 | 4,55555545 | NE | 45 | 3,98611102 | 0 |
| 2013 | 2 | 11 | 9 | 30 | 1027,3 | 5,19999981 | 52 | -3,2 | 4,7 | 3,77777788 | NNE | 22,5 | 4,86111111 | 0 |
| 2013 | 2 | 11 | 10 | 0 | 1027,6 | 5 | 53 | -3,3 | 5,5 | 1,16666661 | NNW | 337,5 | 1,89583338 | 0 |
| 2013 | 2 | 11 | 10 | 30 | 1027,6 | 4,69999981 | 53 | -3,5 | 5,2 | 0,16666667 | SSE | 157,5 | 0,14583334 | 0 |
| 2013 | 2 | 11 | 11 | 0 | 1027,6 | 4,19999981 | 54 | -3,7 | 4,7 | 0 | SE | 135 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 11 | 11 | 30 | 1027,8 | 4 | 55 | -3,6 | 4,5 | 0 | W | 270 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 11 | 12 | 0 | 1027,9 | 4 | 55 | -3,6 | 4,5 | 0 | NW | 315 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 11 | 12 | 30 | 1028 | 4 | 56 | -3,4 | 4,5 | 0 | ESE | 112,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 11 | 13 | 0 | 1028 | 4,19999981 | 55 | -3,5 | 4,7 | 0 | SSW | 202,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 11 | 13 | 30 | 1028,1 | 4,19999981 | 55 | -3,4 | 4,7 | 0,77777776 | ENE | 67,5 | 0,68055554 | 0 |
| 2013 | 2 | 11 | 14 | 0 | 1027,9 | 4 | 56 | -3,4 | 4,5 | 1,38888889 | S | 180 | 3,11111116 | 0 |
| 2013 | 2 | 11 | 14 | 30 | 1027,9 | 4 | 56 | -3,4 | 4,5 | 1,16666661 | SSE | 157,5 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 11 | 15 | 0 | 1028 | 3,69999981 | 57 | -3,4 | 4,2 | 1,38888889 | SSE | 157,5 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 11 | 15 | 30 | 1028 | 3,9000001 | 56 | -3,6 | 4,4 | 1,16666661 | SSE | 157,5 | 1,89583338 | 0 |
| 2013 | 2 | 11 | 16 | 0 | 1028,1 | 4 | 57 | -3,2 | 4,5 | 0 | SSW | 202,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 11 | 16 | 30 | 1027,9 | 4,9000001 | 54 | -3,1 | 5,4 | 1,16666661 | SSE | 157,5 | 1,02083329 | 0 |
| 2013 | 2 | 11 | 17 | 0 | 1027,8 | 5,69999981 | 52 | -2,9 | 6,2 | 0,77777776 | SSE | 157,5 | 1,89583338 | 0 |
| 2013 | 2 | 11 | 17 | 30 | 1027,9 | 6,5 | 50 | -2,6 | 7 | 0,16666667 | SSE | 157,5 | 1,55555558 | 0 |
| 2013 | 2 | 11 | 18 | 0 | 1028,2 | 7,19999981 | 48 | -2,5 | 7,7 | 0 | SSE | 157,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 11 | 18 | 30 | 1028,2 | 7 | 47 | -2,9 | 7,5 | 1,77777778 | SSE | 157,5 | 1,89583338 | 0 |
| 2013 | 2 | 11 | 19 | 0 | 1028,1 | 6,9000001 | 49 | -2,6 | 7,4 | 0 | ESE | 112,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 11 | 19 | 30 | 1028,2 | 7,89999962 | 46 | -2,5 | 8,4 | 1,38888889 | SE | 135 | 2,77083324 | 0 |
| 2013 | 2 | 11 | 20 | 0 | 1028,3 | 7,69999981 | 47 | -2,3 | 8,2 | 1,55555553 | SE | 135 | 1,89583338 | 0 |
| 2013 | 2 | 11 | 20 | 30 | 1028,1 | 7,89999962 | 47 | -2,2 | 8,4 | 1,77777778 | S | 180 | 3,64583333 | 0 |
| 2013 | 2 | 11 | 21 | 0 | 1028,2 | 8,89999962 | 45 | -1,9 | 9,4 | 1,55555553 | SSE | 157,5 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 11 | 21 | 30 | 1028,2 | 8,5 | 46 | -1,9 | 9 | 0 | S | 180 | 1,36111109 | 0 |
| 2013 | 2 | 11 | 22 | 0 | 1028,2 | 9,89999962 | 44 | -1,3 | 10,4 | 0,77777776 | ENE | 67,5 | 0,68055554 | 0 |
| 2013 | 2 | 11 | 22 | 30 | 1027,9 | 11 | 43 | -0,5 | 11,5 | 2,16666672 | NNE | 22,5 | 3,30555565 | 0 |
| 2013 | 2 | 11 | 23 | 0 | 1027,8 | 11,1999998 | 46 | 0,5 | 11,7 | 1,77777778 | ESE | 112,5 | 2,77083324 | 0 |
| 2013 | 2 | 11 | 23 | 30 | 1027,7 | 12,3999996 | 46 | 1,5 | 12,9 | 3,16666656 | ENE | 67,5 | 5,39583352 | 0 |
| 2013 | 2 | 12 | 0 | 0 | 1027,5 | 12,6999998 | 45 | 1,5 | 13,2 | 1,16666661 | N | 0 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 12 | 0 | 30 | 1027,3 | 13,1999998 | 44 | 1,6 | 13,7 | 3,16666656 | NNE | 22,5 | 4,375 | 0 |
| 2013 | 2 | 12 | 1 | 0 | 1027,2 | 13,3000002 | 44 | 1,7 | 11,3 | 5,77777757 | N | 0 | 8,21527759 | 0 |
| 2013 | 2 | 12 | 1 | 30 | 1027,1 | 13,1999998 | 45 | 1,9 | 11,6 | 5,16666677 | N | 0 | 5,93055546 | 0 |
| 2013 | 2 | 12 | 2 | 0 | 1026,7 | 12,5 | 47 | 2 | 8,9 | 8,16666656 | N | 0 | 9,23611111 | 0 |
| 2013 | 2 | 12 | 2 | 30 | 1026,4 | 13,3000002 | 46 | 2,3 | 12,3 | 4,55555545 | NNE | 22,5 | 3,98611102 | 0 |
| 2013 | 2 | 12 | 3 | 0 | 1026,2 | 13,8999996 | 43 | 1,9 | 14,4 | 2,16666672 | W | 270 | 3,84027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 12 | 3 | 30 | 1026,1 | 14 | 42 | 1,7 | 14,5 | 2,94444455 | N | 0 | 3,98611102 | 0 |
| 2013 | 2 | 12 | 4 | 0 | 1025,6 | 13,8000002 | 43 | 1,9 | 14,3 | 0,38888888 | NNE | 22,5 | 0,34027777 | 0 |
| 2013 | 2 | 12 | 4 | 30 | 1025,7 | 13,8999996 | 42 | 1,6 | 14,4 | 0 | SW | 225 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 12 | 5 | 0 | 1025,7 | 14,3000002 | 46 | 3,3 | 12,4 | 5,77777757 | NW | 315 | 8,02083333 | 0 |
| 2013 | 2 | 12 | 5 | 30 | 1025,6 | 13,8999996 | 47 | 3,2 | 12,7 | 4,77777799 | NE | 45 | 8,21527759 | 0 |
| 2013 | 2 | 12 | 6 | 0 | 1025,5 | 13,8000002 | 47 | 3,1 | 14,3 | 3,16666656 | NE | 45 | 5,93055546 | 0 |
| 2013 | 2 | 12 | 6 | 30 | 1025,6 | 12,8999996 | 49 | 2,9 | 10,3 | 6,55555566 | N | 0 | 7,68055565 | 0 |
| 2013 | 2 | 12 | 7 | 0 | 1025,6 | 12,1999998 | 51 | 2,9 | 10,3 | 5,55555556 | NNE | 22,5 | 5,59027778 | 0 |
| 2013 | 2 | 12 | 7 | 30 | 1025,5 | 11,6999998 | 52 | 2,7 | 12,2 | 2,16666672 | ENE | 67,5 | 4,18055574 | 0 |
| 2013 | 2 | 12 | 8 | 0 | 1025,5 | 11,5 | 53 | 2,8 | 12 | 0 | NNW | 337,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 12 | 8 | 30 | 1025,4 | 11,3999996 | 56 | 3,4 | 9,3 | 5,55555556 | S | 180 | 6,27083315 | 0 |
| 2013 | 2 | 12 | 9 | 0 | 1025,3 | 11,1999998 | 58 | 3,7 | 10,4 | 4,16666667 | NNW | 292,5 | 5,7361112 | 0 |
| 2013 | 2 | 12 | 9 | 30 | 1025,2 | 11 | 60 | 4 | 11,5 | 3,38888884 | WSW | 247,5 | 2,96527773 | 0 |
| 2013 | 2 | 12 | 10 | 0 | 1025,2 | 10,8999996 | 61 | 4,1 | 11,4 | 2,38888899 | W | 270 | 4,18055574 | 0 |
| 2013 | 2 | 12 | 10 | 30 | 1025,1 | 10,8999996 | 61 | 4,1 | 11,4 | 1,55555553 | W | 270 | 1,74999995 | 0 |
| 2013 | 2 | 12 | 11 | 0 | 1025,1 | 10,8999996 | 60 | 3,9 | 11,4 | 1,16666661 | W | 270 | 2,23611106 | 0 |
| 2013 | 2 | 12 | 11 | 30 | 1025 | 10,8999996 | 60 | 3,9 | 11,4 | 1,16666661 | SW | 225 | 1,89583338 | 0 |
| 2013 | 2 | 12 | 12 | 0 | 1024,9 | 10,6999998 | 59 | 3,5 | 11,2 | 0 | NNW | 337,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 12 | 12 | 30 | 1025 | 10,6999998 | 58 | 3,3 | 11,2 | 0,77777776 | NNW | 292,5 | 1,55555558 | 0 |
| 2013 | 2 | 12 | 13 | 0 | 1024,9 | 10,6999998 | 58 | 3,3 | 11,2 | 1,77777778 | NNW | 337,5 | 4,86111111 | 0 |
| 2013 | 2 | 12 | 13 | 30 | 1024,8 | 10,5 | 57 | 2,9 | 11 | 1,38888889 | NNW | 292,5 | 1,21527778 | 0 |
| 2013 | 2 | 12 | 14 | 0 | 1024,9 | 10,5 | 57 | 2,8 | 11 | 0,55555556 | NNW | 337,5 | 0,48611111 | 0 |
| 2013 | 2 | 12 | 14 | 30 | 1025,1 | 10,5 | 57 | 2,9 | 11 | 1,16666661 | N | 0 | 1,36111109 | 0 |
| 2013 | 2 | 12 | 15 | 0 | 1025,3 | 9,19999981 | 66 | 3,6 | 9,7 | 2,38888889 | NE | 45 | 3,49999991 | 0 |
| 2013 | 2 | 12 | 15 | 30 | 1025,4 | 8,19999981 | 72 | 4 | 8,7 | 0,38888888 | ENE | 67,5 | 1,36111109 | 0 |

| Año | Mes | Día | Hora | Minuto | Presión Rel | Temperatura Exte | Humedad Ext | Temperatura de Rocío | Sensación Térmica | Velocidad Med del Viento | Dirección del viento | dir viento grados | Velocidad max del viento | Lluvia parcial |
|------|-----|-----|------|--------|-------------|------------------|-------------|----------------------|-------------------|--------------------------|----------------------|-------------------|--------------------------|----------------|
| 2013 | 2 | 12 | 21 | 0 | 1025,3 | 8,5 | 65 | 2,8 | 9 | 0,38888888 | ENE | 67,5 | 1,55555558 | 0 |
| 2013 | 2 | 12 | 21 | 30 | 1025,2 | 8,69999981 | 65 | 2,9 | 9,2 | 1,38888889 | NE | 45 | 1,74999995 | 0 |
| 2013 | 2 | 12 | 22 | 0 | 1025,4 | 7,69999981 | 70 | 3,1 | 8,2 | 1,16666661 | NE | 45 | 1,74999995 | 0 |
| 2013 | 2 | 12 | 22 | 30 | 1025,9 | 7,69999981 | 73 | 3,6 | 8,2 | 3,16666656 | NNE | 22,5 | 2,77083324 | 0 |
| 2013 | 2 | 12 | 23 | 0 | 1025,7 | 7,5 | 74 | 3,7 | 6,3 | 4,38888894 | NNE | 22,5 | 6,80555556 | 0 |
| 2013 | 2 | 12 | 23 | 30 | 1025,5 | 8,19999981 | 69 | 3,4 | 8,7 | 0 | SW | 225 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 13 | 0 | 0 | 1025,3 | 8,19999981 | 68 | 3,2 | 8,7 | 0,16666667 | SW | 225 | 0,14583334 | 0 |
| 2013 | 2 | 13 | 0 | 30 | 1025,2 | 8,39999962 | 66 | 2,9 | 8,9 | 1,55555553 | W | 270 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 13 | 1 | 0 | 1025 | 8,69999981 | 63 | 2,5 | 9,2 | 0 | WNW | 292,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 13 | 1 | 30 | 1024,9 | 8,5 | 63 | 2,4 | 9 | 0,55555556 | N | 0 | 0,48611111 | 0 |
| 2013 | 2 | 13 | 2 | 0 | 1024,9 | 8,19999981 | 63 | 2,1 | 8,7 | 2,77777778 | NE | 45 | 4,375 | 0 |
| 2013 | 2 | 13 | 2 | 30 | 1024,7 | 8,19999981 | 63 | 2,1 | 8,7 | 1,55555553 | NNE | 22,5 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 13 | 3 | 0 | 1024,7 | 8 | 64 | 2,1 | 8,5 | 0 | SE | 135 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 13 | 3 | 30 | 1024,6 | 7,5 | 67 | 2,3 | 8 | 0,99999997 | SE | 135 | 1,89583338 | 0 |
| 2013 | 2 | 13 | 4 | 0 | 1024,6 | 7,5 | 67 | 2,3 | 8 | 1,16666661 | ESE | 112,5 | 1,74999995 | 0 |
| 2013 | 2 | 13 | 4 | 30 | 1024,5 | 7,69999981 | 66 | 2,2 | 8,2 | 0 | ESE | 112,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 13 | 5 | 0 | 1024,4 | 7,5 | 68 | 2,4 | 8 | 0 | N | 0 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 13 | 5 | 30 | 1024,4 | 7,19999981 | 68 | 2,2 | 7,7 | 0 | W | 270 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 13 | 6 | 0 | 1024,3 | 7,19999981 | 69 | 2,4 | 7,7 | 2,16666672 | NE | 45 | 1,89583338 | 0 |
| 2013 | 2 | 13 | 6 | 30 | 1024,2 | 7,19999981 | 69 | 2,4 | 7,7 | 0 | WNW | 292,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 13 | 7 | 0 | 1024,2 | 7 | 70 | 2,4 | 7,5 | 0 | NE | 45 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 13 | 7 | 30 | 1024,1 | 7,19999981 | 70 | 2,5 | 7,7 | 0,77777776 | ESE | 112,5 | 1,55555558 | 0 |
| 2013 | 2 | 13 | 8 | 0 | 1024,1 | 6,90000001 | 71 | 2,4 | 6,1 | 3,99999989 | NNE | 22,5 | 3,64583333 | 0 |
| 2013 | 2 | 13 | 8 | 30 | 1024 | 6,40000001 | 73 | 2,4 | 6,9 | 0 | ENE | 67,5 | 1,55555558 | 0 |
| 2013 | 2 | 13 | 9 | 0 | 1024 | 6,19999981 | 74 | 2,4 | 6,7 | 0,99999997 | NE | 45 | 2,96527773 | 0 |
| 2013 | 2 | 13 | 9 | 30 | 1023,6 | 6,19999981 | 74 | 2,4 | 6,7 | 0 | NE | 45 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 13 | 10 | 0 | 1023,8 | 6 | 74 | 2,3 | 6,5 | 1,99999995 | NNE | 22,5 | 2,96527773 | 0 |
| 2013 | 2 | 13 | 10 | 30 | 1023,9 | 6 | 74 | 2,2 | 6,5 | 1,77777778 | NNE | 22,5 | 1,55555558 | 0 |
| 2013 | 2 | 13 | 11 | 0 | 1023,8 | 5,69999981 | 74 | 2 | 6,2 | 0,16666667 | NNE | 22,5 | 1,55555558 | 0 |
| 2013 | 2 | 13 | 11 | 30 | 1023,8 | 6 | 74 | 2,2 | 6,5 | 0,38888888 | NNW | 337,5 | 1,74999995 | 0 |
| 2013 | 2 | 13 | 12 | 0 | 1023,8 | 6 | 73 | 2,1 | 6,5 | 2,94444455 | NNW | 337,5 | 3,98611102 | 0 |
| 2013 | 2 | 13 | 12 | 30 | 1023,7 | 6 | 72 | 1,9 | 5 | 4,16666667 | NE | 45 | 6,80555556 | 0 |
| 2013 | 2 | 13 | 13 | 0 | 1023,7 | 6 | 73 | 2 | 6,5 | 0 | NE | 45 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 13 | 13 | 30 | 1023,7 | 6 | 72 | 1,8 | 6,5 | 1,99999995 | N | 0 | 3,11111116 | 0 |
| 2013 | 2 | 13 | 14 | 0 | 1023,7 | 5,69999981 | 72 | 1,6 | 6,2 | 0,99999997 | NE | 45 | 1,74999995 | 0 |
| 2013 | 2 | 13 | 14 | 30 | 1023,7 | 5,69999981 | 73 | 1,8 | 6,2 | 0,38888888 | N | 0 | 1,89583338 | 0 |
| 2013 | 2 | 13 | 15 | 0 | 1023,6 | 5,69999981 | 74 | 2 | 6,2 | 0 | NW | 315 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 13 | 15 | 30 | 1023,5 | 5,90000001 | 74 | 2,1 | 6,4 | 0 | WNW | 292,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 13 | 16 | 0 | 1023,6 | 6 | 74 | 2,2 | 6,5 | 0,55555556 | NW | 315 | 1,89583338 | 0 |
| 2013 | 2 | 13 | 16 | 30 | 1024,2 | 6,19999981 | 75 | 2,6 | 6,7 | 0 | NNW | 337,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 13 | 17 | 0 | 1024 | 6,40000001 | 75 | 2,7 | 6,9 | 0,16666667 | ENE | 67,5 | 1,74999995 | 0 |
| 2013 | 2 | 13 | 17 | 30 | 1024 | 6 | 74 | 2,2 | 6,5 | 0 | ESE | 112,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 13 | 18 | 0 | 1024 | 5,69999981 | 76 | 2,3 | 6,2 | 0,16666667 | ESE | 112,5 | 0,14583334 | 0 |
| 2013 | 2 | 13 | 18 | 30 | 1024,3 | 5 | 77 | 1,8 | 5,5 | 1,77777778 | E | 90 | 1,89583338 | 0 |
| 2013 | 2 | 13 | 19 | 0 | 1024,2 | 5 | 77 | 1,7 | 5,5 | 2,55555555 | E | 90 | 3,49999991 | 0 |
| 2013 | 2 | 13 | 19 | 30 | 1024,2 | 5,19999981 | 75 | 1,7 | 5,7 | 1,16666661 | ENE | 67,5 | 1,36111109 | 0 |
| 2013 | 2 | 13 | 20 | 0 | 1024,5 | 5 | 72 | 0,8 | 4,4 | 3,77777788 | ENE | 67,5 | 5,93055546 | 0 |
| 2013 | 2 | 13 | 20 | 30 | 1024,3 | 5 | 71 | 0,6 | 4,7 | 3,55555561 | SE | 135 | 4,52083343 | 0 |
| 2013 | 2 | 13 | 21 | 0 | 1024,6 | 5 | 69 | 0,2 | 4,1 | 3,99999989 | ENE | 67,5 | 4,18055574 | 0 |
| 2013 | 2 | 13 | 21 | 30 | 1024,5 | 4,69999981 | 69 | 0 | 5,2 | 2,77777778 | ENE | 67,5 | 4,18055574 | 0 |
| 2013 | 2 | 13 | 22 | 0 | 1024,4 | 5 | 67 | -0,1 | 5,5 | 1,77777778 | ENE | 67,5 | 3,30555565 | 0 |
| 2013 | 2 | 13 | 22 | 30 | 1024,4 | 5 | 67 | 0 | 4,2 | 3,99999989 | NE | 45 | 3,49999991 | 0 |
| 2013 | 2 | 13 | 23 | 0 | 1024,2 | 5,19999981 | 67 | 0,1 | 5,7 | 1,16666661 | ESE | 112,5 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 13 | 23 | 30 | 1024 | 5,5 | 68 | 0,6 | 6 | 3,16666656 | NNE | 22,5 | 5,59027778 | 0 |
| 2013 | 2 | 14 | 0 | 0 | 1024 | 5,69999981 | 67 | 0,5 | 6,2 | 1,16666661 | NNE | 22,5 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 14 | 0 | 30 | 1024 | 6 | 64 | 0,2 | 2,2 | 6,77777767 | NNE | 22,5 | 0,09027815 | 0 |
| 2013 | 2 | 14 | 1 | 0 | 1023,8 | 6,19999981 | 60 | -0,4 | 1,3 | 8,16666656 | N | 0 | 10,8402774 | 0 |
| 2013 | 2 | 14 | 1 | 30 | 1023,7 | 6,19999981 | 59 | -0,6 | 1,9 | 7,38888889 | NNE | 22,5 | 6,46527787 | 0 |
| 2013 | 2 | 14 | 2 | 0 | 1023,6 | 6,69999981 | 58 | -0,4 | 5,7 | 4,16666667 | E | 90 | 3,64583333 | 0 |
| 2013 | 2 | 14 | 2 | 30 | 1023,4 | 6,5 | 58 | -0,5 | -0,3 | 11,38888889 | NW | 315 | 13,4652781 | 0 |
| 2013 | 2 | 14 | 3 | 0 | 1023,3 | 6,90000001 | 57 | -0,5 | 2,5 | 7,55555577 | NNE | 22,5 | 6,61111113 | 0 |
| 2013 | 2 | 14 | 3 | 30 | 1023,1 | 6,69999981 | 56 | -0,9 | -0,3 | 11,55555551 | NNE | 22,5 | 13,99999996 | 0 |
| 2013 | 2 | 14 | 4 | 0 | 1023,1 | 6,90000001 | 53 | -1,5 | 1,2 | 9,38888868 | N | 0 | 12,3958333 | 0 |
| 2013 | 2 | 14 | 4 | 30 | 1023 | 7,5 | 49 | -1,9 | 3,8 | 6,94444444 | N | 0 | 15,0208331 | 0 |
| 2013 | 2 | 14 | 5 | 0 | 1023 | 7,5 | 47 | -2,6 | 2,3 | 8,77777788 | NW | 315 | 8,55555574 | 0 |
| 2013 | 2 | 14 | 5 | 30 | 1022,8 | 7,40000001 | 46 | -3 | 1,8 | 9,38888868 | NNW | 337,5 | 10,4513889 | 0 |
| 2013 | 2 | 14 | 6 | 0 | 1022,6 | 7,40000001 | 45 | -3,2 | 2,8 | 7,99999979 | NE | 45 | 7,82638907 | 0 |
| 2013 | 2 | 14 | 6 | 30 | 1022,6 | 6,69999981 | 45 | -3,9 | 4,9 | 4,77777799 | NNE | 22,5 | 5,39583352 | 0 |
| 2013 | 2 | 14 | 7 | 0 | 1022,7 | 7,19999981 | 43 | -3,9 | 4 | 6,38888889 | NNE | 22,5 | 6,46527787 | 0 |
| 2013 | 2 | 14 | 7 | 30 | 1022,7 | 6,90000001 | 43 | -4,3 | 6,1 | 3,99999989 | NNW | 337,5 | 6,80555556 | 0 |
| 2013 | 2 | 14 | 8 | 0 | 1022,7 | 6,40000001 | 43 | -4,8 | 6,9 | 1,77777778 | ENE | 67,5 | 3,49999991 | 0 |
| 2013 | 2 | 14 | 8 | 30 | 1022,6 | 5,69999981 | 43 | -5,3 | 2,2 | 6,38888889 | NNW | 337,5 | 8,75 | 0 |
| 2013 | 2 | 14 | 9 | 0 | 1022,6 | 5,5 | 43 | -5,5 | 3,7 | 4,77777799 | NNE | 22,5 | 6,80555556 | 0 |
| 2013 | 2 | 14 | 9 | 30 | 1022,8 | 5,19999981 | 44 | -5,5 | 2,3 | 5,77777757 | NE | 45 | 7,48611093 | 0 |
| 2013 | 2 | 14 | 10 | 0 | 1022,8 | 4,69999981 | 45 | -5,6 | 0,1 | 7,38888889 | NNE | 22,5 | 6,46527787 | 0 |
| 2013 | 2 | 14 | 10 | 30 | 1022,7 | 4,40000001 | 46 | -5,7 | 2,4 | 4,77777799 | NNE | 22,5 | 8,02083333 | 0 |
| 2013 | 2 | 14 | 11 | 0 | 1022,7 | 4,19999981 | 45 | -6,2 | 1,5 | 5,38888878 | E | 90 | 4,71527769 | 0 |
| 2013 | 2 | 14 | 11 | 30 | 1022,9 | 4 | 47 | -5,8 | 4,5 | 1,77777778 | NE | 45 | 2,23611106 | 0 |
| 2013 | 2 | 14 | 12 | 0 | 1022,9 | 3,69999981 | 47 | -6 | 2,8 | 3,99999989 | NE | 45 | 4,375 | 0 |
| 2013 | 2 | 14 | 12 | 30 | 1023 | 3,69999981 | 44 | -6,9 | -0,5 | 6,77777767 | NE | 45 | 10,6458331 | 0 |
| 2013 | 2 | 14 | 13 | 0 | 1023 | 3,5 | 44 | -7,1 | 2,2 | 4,16666667 | NNW | 337,5 | 3,98611102 | 0 |
| 2013 | 2 | 14 | 13 | 30 | 1023,2 | 3,20000005 | 43 | -7,6 | -0,3 | 6,16666688 | NNW | 337,5 | 7,34027796 | 0 |
| 2013 | 2 | 14 | 14 | 0 | 1023,2 | 3,20000005 | 42 | -8 | -3,9 | 10,16666662 | NE | 45 | 8,89583296 | 0 |
| 2013 | 2 | 14 | 14 | 30 | 1023,1 | 2,90000001 | 42 | -8,2 | -2,5 | 7,99999979 | N | 0 | 9,23611111 | 0 |
| 2013 | 2 | 14 | 15 | 0 | 1023,1 | 2,70000005 | 44 | -7,8 | 0,3 | 5 | ENE | 67,5 | 9,09027815 | 0 |

| Año | Mes | Día | Hora | Minuto | Presion Rel | Temperatur a Exte | Humedad Ext | Temperatur a de Rocio | Sensación Termica | Velocidad Med del Viento | Direccion del viento | dir viento grados | Velocidad max del viento | Lluvia parcial |
|------|-----|-----|------|--------|-------------|----------------------|----------------|--------------------------|----------------------|--------------------------------|-------------------------|----------------------|--------------------------------|-------------------|
| 2013 | 2 | 14 | 20 | 30 | 1022,9 | 1,39999998 | 37 | -11,2 | -5,7 | 9,55555598 | NNE | 22,5 | 9,23611111 | 0 |
| 2013 | 2 | 14 | 21 | 0 | 1022,9 | 1,20000005 | 37 | -11,3 | -2,6 | 6,16666688 | NNE | 22,5 | 9,09027815 | 0 |
| 2013 | 2 | 14 | 21 | 30 | 1022,6 | 1 | 38 | -11,1 | 0,7 | 3,55555561 | ENE | 67,5 | 5,2013888 | 0 |
| 2013 | 2 | 14 | 22 | 0 | 1022,7 | 0,70000005 | 40 | -10,8 | -2 | 5,16666677 | NNE | 22,5 | 4,52083343 | 0 |
| 2013 | 2 | 14 | 22 | 30 | 1022,8 | 0,39999998 | 43 | -10,2 | -1,3 | 4,38888894 | NNE | 22,5 | 6,27083315 | 0 |
| 2013 | 2 | 14 | 23 | 0 | 1022,8 | 0 | 44 | -10,2 | -3,5 | 5,77777757 | N | 0 | 6,99999981 | 0 |
| 2013 | 2 | 14 | 23 | 30 | 1022,8 | 0,19999999 | 43 | -10,3 | -4,4 | 6,77777767 | NNE | 22,5 | 7,82638907 | 0 |
| 2013 | 2 | 15 | 0 | 0 | 1022,8 | 0,19999999 | 43 | -10,3 | -2,2 | 5 | E | 90 | 5,05555537 | 0 |
| 2013 | 2 | 15 | 0 | 30 | 1022,5 | 0 | 44 | -10,3 | -0,7 | 3,77777788 | NNE | 22,5 | 5,7361112 | 0 |
| 2013 | 2 | 15 | 1 | 0 | 1022,4 | 0 | 44 | -10,2 | 0,5 | 2,55555555 | ENE | 67,5 | 3,30555565 | 0 |
| 2013 | 2 | 15 | 1 | 30 | 1022,3 | -0,09999999 | 44 | -10,4 | 0,4 | 3,16666656 | NE | 45 | 2,77083324 | 0 |
| 2013 | 2 | 15 | 2 | 0 | 1022,6 | -0,3 | 44 | -10,5 | 0,2 | 2,16666672 | NE | 45 | 1,89583338 | 0 |
| 2013 | 2 | 15 | 2 | 30 | 1023,1 | -0,5 | 47 | -10 | 0 | 1,77777778 | ENE | 67,5 | 1,89583338 | 0 |
| 2013 | 2 | 15 | 3 | 0 | 1023,2 | -0,5 | 46 | -10,2 | -4,9 | 6,38888889 | NE | 45 | 6,27083315 | 0 |
| 2013 | 2 | 15 | 3 | 30 | 1023,1 | -0,90000001 | 50 | -9,5 | -0,4 | 3,38888884 | NNE | 22,5 | 5,05555537 | 0 |
| 2013 | 2 | 15 | 4 | 0 | 1023 | -1,70000005 | 55 | -9 | -1,2 | 1,99999995 | NE | 45 | 2,96527773 | 0 |
| 2013 | 2 | 15 | 4 | 30 | 1022,5 | -1,89999998 | 55 | -9,2 | -1,4 | 1,16666661 | N | 0 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 15 | 5 | 0 | 1022,7 | -1,70000005 | 56 | -8,8 | -1,2 | 2,55555555 | SE | 135 | 2,23611106 | 0 |
| 2013 | 2 | 15 | 5 | 30 | 1022,4 | -2 | 56 | -9,1 | -1,5 | 1,99999995 | SE | 135 | 3,64583333 | 0 |
| 2013 | 2 | 15 | 6 | 0 | 1022,1 | -2 | 55 | -9,3 | -1,5 | 1,55555553 | N | 0 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 15 | 6 | 30 | 1021,5 | -1,5 | 50 | -10,2 | -1 | 1,77777778 | NE | 45 | 3,49999991 | 0 |
| 2013 | 2 | 15 | 7 | 0 | 1021,8 | -1,5 | 50 | -10,2 | -1 | 2,55555555 | NNE | 22,5 | 3,98611102 | 0 |
| 2013 | 2 | 15 | 7 | 30 | 1021,9 | -1,70000005 | 49 | -10,5 | -1,2 | 0 | ENE | 67,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 15 | 8 | 0 | 1021,8 | -1,70000005 | 50 | -10,3 | -1,2 | 0 | NNE | 22,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 15 | 8 | 30 | 1021,8 | -2 | 52 | -10 | -1,5 | 0 | NE | 45 | 0,68055554 | 0 |
| 2013 | 2 | 15 | 9 | 0 | 1021,9 | -2,20000005 | 53 | -10,1 | -1,7 | 0,16666667 | SSE | 157,5 | 1,55555558 | 0 |
| 2013 | 2 | 15 | 9 | 30 | 1022 | -1,70000005 | 52 | -9,8 | -1,2 | 0 | SSW | 202,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 15 | 10 | 0 | 1022,1 | -2,20000005 | 53 | -10 | -1,7 | 0 | ESE | 112,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 15 | 10 | 30 | 1022,3 | -2,5 | 55 | -9,9 | -2 | 0 | W | 270 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 15 | 11 | 0 | 1022,3 | -2,39999998 | 54 | -9,9 | -1,9 | 0 | SE | 135 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 15 | 11 | 30 | 1022,3 | -2 | 52 | -10,1 | -1,5 | 0,99999997 | ENE | 67,5 | 1,74999995 | 0 |
| 2013 | 2 | 15 | 12 | 0 | 1022 | -1,39999998 | 49 | -10,2 | -3,5 | 4,55555545 | NE | 45 | 7,68055565 | 0 |
| 2013 | 2 | 15 | 12 | 30 | 1021,8 | -1,5 | 50 | -10,2 | -5,2 | 5,55555556 | ENE | 67,5 | 5,93055546 | 0 |
| 2013 | 2 | 15 | 13 | 0 | 1021,9 | -1,5 | 52 | -9,7 | -1 | 2,94444455 | N | 0 | 3,11111116 | 0 |
| 2013 | 2 | 15 | 13 | 30 | 1022 | -1,70000005 | 52 | -9,8 | -5 | 5,38888878 | NE | 45 | 6,07638889 | 0 |
| 2013 | 2 | 15 | 14 | 0 | 1022 | -1,39999998 | 51 | -9,7 | -8,8 | 9,16666667 | NE | 45 | 12,2013891 | 0 |
| 2013 | 2 | 15 | 14 | 30 | 1021,9 | -0,7 | 48 | -9,9 | -1,2 | 3,55555561 | NNE | 22,5 | 4,18055574 | 0 |
| 2013 | 2 | 15 | 15 | 0 | 1022 | -0,7 | 50 | -9,3 | -9,9 | 11,77777782 | N | 0 | 13,4652781 | 0 |
| 2013 | 2 | 15 | 15 | 30 | 1022,2 | -0,3 | 49 | -9,1 | -7,7 | 9,55555598 | NNE | 22,5 | 9,62499963 | 0 |
| 2013 | 2 | 15 | 16 | 0 | 1022,3 | 0,39999998 | 46 | -9,4 | -2,7 | 5,38888878 | NNW | 315 | 7,82638907 | 0 |
| 2013 | 2 | 15 | 16 | 30 | 1022,3 | 0,70000005 | 44 | -9,7 | -5,4 | 8,16666656 | NNW | 337,5 | 7,14583324 | 0 |
| 2013 | 2 | 15 | 17 | 0 | 1022,4 | 1,20000005 | 39 | -10,6 | -8,3 | 13,3888891 | N | 0 | 19,9305556 | 0 |
| 2013 | 2 | 15 | 17 | 30 | 1022,9 | 1,5 | 41 | -9,8 | -8,2 | 13,77777774 | N | 0 | 17,8402781 | 0 |
| 2013 | 2 | 15 | 18 | 0 | 1022,6 | 1,5 | 43 | -9,1 | -5,6 | 9,77777799 | N | 0 | 8,55555574 | 0 |
| 2013 | 2 | 15 | 18 | 30 | 1022,5 | 1,5 | 44 | -8,8 | -6,7 | 11,3888889 | NNE | 22,5 | 11,5208337 | 0 |
| 2013 | 2 | 15 | 19 | 0 | 1022,7 | 0,89999998 | 46 | -8,9 | -5,3 | 8,3888891 | NW | 315 | 7,34027796 | 0 |
| 2013 | 2 | 15 | 19 | 30 | 1022,6 | 0,89999998 | 46 | -8,9 | -5,5 | 8,55555534 | N | 0 | 9,23611111 | 0 |
| 2013 | 2 | 15 | 20 | 0 | 1022,8 | 1,5 | 46 | -8,3 | -6,8 | 11,55555551 | NE | 45 | 11,715278 | 0 |
| 2013 | 2 | 15 | 20 | 30 | 1022,8 | 2,40000001 | 43 | -8,4 | -4,3 | 9,38888868 | SE | 135 | 11,3749998 | 0 |
| 2013 | 2 | 15 | 21 | 0 | 1022,7 | 2 | 45 | -8,1 | -5,3 | 10,1666662 | N | 0 | 11,715278 | 0 |
| 2013 | 2 | 15 | 21 | 30 | 1022,7 | 1,70000005 | 45 | -8,4 | -3,9 | 7,99999979 | ENE | 67,5 | 10,9861113 | 0 |
| 2013 | 2 | 15 | 22 | 0 | 1022,6 | 2 | 43 | -8,8 | -7,3 | 13,1666671 | N | 0 | 11,5208337 | 0 |
| 2013 | 2 | 15 | 22 | 30 | 1022,5 | 1,70000005 | 44 | -8,7 | -5,9 | 10,55555556 | NNE | 22,5 | 12,7361115 | 0 |
| 2013 | 2 | 15 | 23 | 0 | 1022,3 | 2 | 45 | -8,1 | -5 | 9,77777799 | NNW | 337,5 | 10,1111107 | 0 |
| 2013 | 2 | 15 | 23 | 30 | 1022,3 | 2 | 44 | -8,4 | -4 | 8,55555534 | N | 0 | 9,62499963 | 0 |
| 2013 | 2 | 16 | 0 | 0 | 1022,4 | 2,40000001 | 44 | -8,1 | -3,8 | 8,77777788 | NNE | 22,5 | 7,68055565 | 0 |
| 2013 | 2 | 16 | 0 | 30 | 1022,2 | 2,20000005 | 45 | -7,9 | -6,6 | 12,7777778 | N | 0 | 14,3402778 | 0 |
| 2013 | 2 | 16 | 1 | 0 | 1022,3 | 2 | 45 | -8,1 | -6,4 | 11,94444444 | NNE | 22,5 | 15,7013885 | 0 |
| 2013 | 2 | 16 | 1 | 30 | 1022,1 | 2 | 47 | -7,5 | -1,7 | 3,55555561 | NNW | 337,5 | 6,46527787 | 0 |
| 2013 | 2 | 16 | 2 | 0 | 1022 | 2,20000005 | 45 | -7,9 | -2,9 | 7,55555577 | NNE | 22,5 | 6,61111113 | 0 |
| 2013 | 2 | 16 | 2 | 30 | 1022 | 2 | 44 | -8,4 | -2,8 | 7,16666645 | NNE | 22,5 | 9,09027815 | 0 |
| 2013 | 2 | 16 | 3 | 0 | 1022 | 2,40000001 | 44 | -8,1 | -2,6 | 7,38888899 | WNW | 292,5 | 6,46527787 | 0 |
| 2013 | 2 | 16 | 3 | 30 | 1021,9 | 3 | 43 | -7,9 | 0,4 | 5,16666677 | ESE | 112,5 | 7,68055565 | 0 |
| 2013 | 2 | 16 | 4 | 0 | 1021,9 | 3,40000001 | 40 | -8,4 | 0,1 | 5,77777757 | NNE | 22,5 | 6,07638889 | 0 |
| 2013 | 2 | 16 | 4 | 30 | 1021,9 | 3,5 | 43 | -7,4 | -0,1 | 6,16666688 | NNE | 22,5 | 7,14583324 | 0 |
| 2013 | 2 | 16 | 5 | 0 | 1021,8 | 3,69999981 | 42 | -7,5 | 0,9 | 5,38888878 | N | 0 | 6,27083315 | 0 |
| 2013 | 2 | 16 | 5 | 30 | 1021,8 | 3,69999981 | 42 | -7,5 | 3,4 | 3,55555561 | NE | 45 | 5,05555537 | 0 |
| 2013 | 2 | 16 | 6 | 0 | 1021,7 | 4 | 41 | -7,6 | 4,5 | 3,38888884 | NE | 45 | 3,11111116 | 0 |
| 2013 | 2 | 16 | 6 | 30 | 1022 | 3,20000005 | 43 | -7,6 | 3,7 | 2,94444455 | NNE | 22,5 | 3,64583333 | 0 |
| 2013 | 2 | 16 | 7 | 0 | 1022,1 | 3,69999981 | 42 | -7,4 | 1,5 | 5 | ENE | 67,5 | 4,375 | 0 |
| 2013 | 2 | 16 | 7 | 30 | 1022,1 | 3,5 | 43 | -7,3 | 1,8 | 4,55555545 | ENE | 67,5 | 4,86111111 | 0 |
| 2013 | 2 | 16 | 8 | 0 | 1022,2 | 3 | 44 | -7,5 | 1,3 | 4,55555545 | N | 0 | 5,7361112 | 0 |
| 2013 | 2 | 16 | 8 | 30 | 1022,3 | 2,90000001 | 45 | -7,4 | -2,4 | 7,77777778 | NNE | 22,5 | 6,80555556 | 0 |
| 2013 | 2 | 16 | 9 | 0 | 1022,4 | 2,70000005 | 46 | -7,3 | 1,1 | 4,38888894 | NNE | 22,5 | 4,52083343 | 0 |
| 2013 | 2 | 16 | 9 | 30 | 1022,6 | 2,5 | 46 | -7,4 | 0 | 5,16666677 | N | 0 | 6,61111113 | 0 |
| 2013 | 2 | 16 | 10 | 0 | 1022,6 | 2,20000005 | 47 | -7,3 | -1 | 5,77777757 | NNE | 22,5 | 5,93055546 | 0 |
| 2013 | 2 | 16 | 10 | 30 | 1022,9 | 2 | 49 | -7,1 | -1,8 | 6,16666688 | NNE | 22,5 | 5,39583352 | 0 |
| 2013 | 2 | 16 | 11 | 0 | 1023 | 1,70000005 | 49 | -7,3 | -1,1 | 5,38888878 | NNW | 337,5 | 6,61111113 | 0 |
| 2013 | 2 | 16 | 11 | 30 | 1023,3 | 1,20000005 | 51 | -7,2 | -1,1 | 5 | N | 0 | 5,7361112 | 0 |
| 2013 | 2 | 16 | 12 | 0 | 1023,7 | 1 | 53 | -7 | -1,5 | 5 | NNE | 22,5 | 7,34027796 | 0 |
| 2013 | 2 | 16 | 12 | 30 | 1023,8 | 0,89999998 | 53 | -7,1 | -1 | 4,55555545 | NE | 45 | 5,93055546 | 0 |
| 2013 | 2 | 16 | 13 | 0 | 1023,9 | 0,70000005 | 54 | -7 | 1,2 | 2,94444455 | NNE | 22,5 | 4,52083343 | 0 |
| 2013 | 2 | 16 | 13 | 30 | 1024,1 | 0,39999998 | 55 | -7,1 | -1,3 | 4,38888894 | NE | 45 | 5,2013888 | 0 |
| 2013 | 2 | 16 | 14 | 0 | 1024,5 | 0 | 57 | -6,9 | 0,5 | 1,77777778 | NE | 45 | 3,49999991 | 0 |
| 2013 | 2 | 16 | 14 | 30 | 1024,6 | -0,3 | 59 | -6,7 | 0,2 | 2,38888899 | NNE | 22,5 | 3,11111116 | 0 |



| Año | Mes | Día | Hora | Minuto | Presión Rel | Temperatura Exte | Humedad Ext | Temperatura de Rocío | Sensación Térmica | Velocidad Med del Viento | Dirección del viento | dir viento grados | Velocidad max del viento | Lluvia parcial |
|------|-----|-----|------|--------|-------------|------------------|-------------|----------------------|-------------------|--------------------------|----------------------|-------------------|--------------------------|----------------|
| 2013 | 2 | 16 | 20 | 0 | 1024,7 | -1,19999999 | 63 | -6,8 | -0,7 | 2,16666672 | ENE | 67,5 | 2,23611106 | 0 |
| 2013 | 2 | 16 | 20 | 30 | 1025,1 | -1,39999998 | 63 | -7 | -0,9 | 2,38888899 | E | 90 | 3,11111116 | 0 |
| 2013 | 2 | 16 | 21 | 0 | 1025,3 | -1,39999998 | 64 | -6,8 | -2,2 | 3,77777788 | ESE | 112,5 | 3,30555565 | 0 |
| 2013 | 2 | 16 | 21 | 30 | 1025,4 | -1,5 | 64 | -7 | -1 | 2,55555555 | ENE | 67,5 | 3,11111116 | 0 |
| 2013 | 2 | 16 | 22 | 0 | 1025,3 | -1,70000005 | 65 | -6,9 | -1,2 | 1,55555553 | ENE | 67,5 | 1,89583338 | 0 |
| 2013 | 2 | 16 | 22 | 30 | 1025,4 | -1,89999998 | 66 | -6,9 | -1,4 | 2,55555555 | NNE | 22,5 | 3,84027782 | 0 |
| 2013 | 2 | 16 | 23 | 0 | 1025,4 | -1,89999998 | 66 | -6,9 | -1,4 | 1,77777778 | SE | 135 | 1,55555558 | 0 |
| 2013 | 2 | 16 | 23 | 30 | 1025,4 | -1,89999998 | 66 | -6,9 | -1,4 | 1,77777778 | ENE | 67,5 | 1,89583338 | 0 |
| 2013 | 2 | 17 | 0 | 0 | 1025,4 | -2 | 66 | -7,1 | -1,5 | 0,38888888 | ENE | 67,5 | 0,34027777 | 0 |
| 2013 | 2 | 17 | 0 | 30 | 1025,6 | -2,20000005 | 67 | -7 | -1,7 | 0,16666667 | NNE | 22,5 | 1,55555558 | 0 |
| 2013 | 2 | 17 | 1 | 0 | 1025,5 | -2,20000005 | 67 | -7 | -1,7 | 1,38888889 | NE | 45 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 17 | 1 | 30 | 1025,7 | -2,20000005 | 67 | -7,1 | -1,7 | 0,99999997 | SSE | 157,5 | 1,89583338 | 0 |
| 2013 | 2 | 17 | 2 | 0 | 1025,9 | -2,5 | 68 | -7,1 | -2 | 0 | ENE | 67,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 17 | 2 | 30 | 1026 | -2,70000005 | 68 | -7,3 | -2,2 | 0 | NNE | 22,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 17 | 3 | 0 | 1026,1 | -2,70000005 | 68 | -7,3 | -2,2 | 0,16666667 | NE | 45 | 1,55555558 | 0 |
| 2013 | 2 | 17 | 3 | 30 | 1026,1 | -2,70000005 | 69 | -7,1 | -2,2 | 0,99999997 | N | 0 | 1,74999995 | 0 |
| 2013 | 2 | 17 | 4 | 0 | 1026 | -2,90000001 | 69 | -7,3 | -2,4 | 0 | NE | 45 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 17 | 4 | 30 | 1026 | -3 | 70 | -7,2 | -2,5 | 0 | N | 0 | 1,55555558 | 0 |
| 2013 | 2 | 17 | 5 | 0 | 1026 | -3 | 70 | -7,3 | -2,5 | 0,77777776 | NNE | 22,5 | 1,36111109 | 0 |
| 2013 | 2 | 17 | 5 | 30 | 1025,7 | -3 | 70 | -7,2 | -2,5 | 1,55555553 | E | 90 | 1,74999995 | 0 |
| 2013 | 2 | 17 | 6 | 0 | 1025,6 | -3 | 71 | -7,1 | -2,5 | 0,55555556 | NNE | 22,5 | 0,48611111 | 0 |
| 2013 | 2 | 17 | 6 | 30 | 1025,6 | -3 | 71 | -7,1 | -2,5 | 0 | NNE | 22,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 17 | 7 | 0 | 1025,5 | -3 | 72 | -6,9 | -2,5 | 0 | NNE | 22,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 17 | 7 | 30 | 1025,5 | -3 | 72 | -6,9 | -2,5 | 0,77777776 | NNE | 22,5 | 1,36111109 | 0 |
| 2013 | 2 | 17 | 8 | 0 | 1025,4 | -3 | 71 | -7 | -2,5 | 2,55555555 | NNE | 22,5 | 3,64583333 | 0 |
| 2013 | 2 | 17 | 8 | 30 | 1025,4 | -2,90000001 | 71 | -6,9 | -2,4 | 0,55555556 | NE | 45 | 1,89583338 | 0 |
| 2013 | 2 | 17 | 9 | 0 | 1025,4 | -3 | 72 | -6,9 | -2,5 | 1,16666661 | NNE | 22,5 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 17 | 9 | 30 | 1025,6 | -3 | 73 | -6,7 | -2,5 | 0 | ENE | 67,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 17 | 10 | 0 | 1025,6 | -3,20000005 | 73 | -6,9 | -2,7 | 0 | NE | 45 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 17 | 10 | 30 | 1025,7 | -3,40000001 | 73 | -7 | -2,9 | 0,38888888 | NE | 45 | 1,74999995 | 0 |
| 2013 | 2 | 17 | 11 | 0 | 1025,8 | -3,40000001 | 74 | -6,8 | -2,9 | 0,77777776 | NNE | 22,5 | 1,89583338 | 0 |
| 2013 | 2 | 17 | 11 | 30 | 1025,8 | -3,20000005 | 74 | -6,6 | -2,7 | 1,99999995 | NNE | 22,5 | 1,74999995 | 0 |
| 2013 | 2 | 17 | 12 | 0 | 1025,9 | -3,20000005 | 74 | -6,6 | -2,7 | 2,55555555 | ENE | 67,5 | 3,64583333 | 0 |
| 2013 | 2 | 17 | 12 | 30 | 1026 | -3,20000005 | 74 | -6,7 | -2,7 | 0 | NE | 45 | 1,89583338 | 0 |
| 2013 | 2 | 17 | 13 | 0 | 1026,1 | -3,40000001 | 75 | -6,7 | -2,9 | 0 | NNE | 22,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 17 | 13 | 30 | 1026,3 | -3,20000005 | 75 | -6,5 | -2,7 | 0,99999997 | NW | 315 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 17 | 14 | 0 | 1026,4 | -3 | 74 | -6,5 | -2,5 | 1,16666661 | E | 90 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 17 | 14 | 30 | 1026,4 | -2,39999998 | 73 | -6 | -1,9 | 1,38888889 | NE | 45 | 1,74999995 | 0 |
| 2013 | 2 | 17 | 15 | 0 | 1026,6 | -1,5 | 70 | -5,7 | -1 | 0 | NE | 45 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 17 | 15 | 30 | 1026,7 | -1 | 68 | -5,7 | -0,5 | 2,16666672 | NE | 45 | 2,23611106 | 0 |
| 2013 | 2 | 17 | 16 | 0 | 1026,7 | -0,3 | 66 | -5,3 | 0,2 | 1,55555553 | NE | 45 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 17 | 16 | 30 | 1026,9 | 0 | 64 | -5,4 | 0,5 | 2,16666672 | N | 0 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 17 | 17 | 0 | 1027 | 0,70000005 | 61 | -5,3 | 1,2 | 1,77777778 | NNE | 22,5 | 1,55555558 | 0 |
| 2013 | 2 | 17 | 17 | 30 | 1027 | 1 | 61 | -5,2 | 1,5 | 0,99999997 | ENE | 67,5 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 17 | 18 | 0 | 1027,1 | 0,70000005 | 61 | -5,3 | 1,2 | 1,16666661 | ESE | 112,5 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 17 | 18 | 30 | 1027,1 | 1,39999998 | 59 | -5,2 | 1,9 | 2,38888899 | ENE | 67,5 | 3,64583333 | 0 |
| 2013 | 2 | 17 | 19 | 0 | 1027 | 1,5 | 58 | -5,3 | 2 | 1,38888889 | E | 90 | 1,89583338 | 0 |
| 2013 | 2 | 17 | 19 | 30 | 1026,9 | 2,5 | 57 | -4,6 | 3 | 0 | ENE | 67,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 17 | 20 | 0 | 1026,9 | 2,90000001 | 54 | -5 | 3,4 | 1,99999995 | NNE | 22,5 | 3,30555565 | 0 |
| 2013 | 2 | 17 | 20 | 30 | 1026,9 | 3,20000005 | 52 | -5,1 | 3,7 | 0,99999997 | SE | 135 | 0,87499998 | 0 |
| 2013 | 2 | 17 | 21 | 0 | 1026,8 | 3,90000001 | 50 | -5,1 | 4,4 | 0,38888888 | E | 90 | 1,89583338 | 0 |
| 2013 | 2 | 17 | 21 | 30 | 1026,8 | 4 | 49 | -5,1 | 4,5 | 0,16666667 | SSE | 157,5 | 1,89583338 | 0 |
| 2013 | 2 | 17 | 22 | 0 | 1026,6 | 5 | 48 | -4,6 | 5,5 | 1,77777778 | N | 0 | 3,64583333 | 0 |
| 2013 | 2 | 17 | 22 | 30 | 1026,5 | 6 | 45 | -4,4 | 6,5 | 1,16666661 | NE | 45 | 3,30555565 | 0 |
| 2013 | 2 | 17 | 23 | 0 | 1026,3 | 5,69999981 | 45 | -4,7 | 6,2 | 0,99999997 | NNW | 337,5 | 0,87499998 | 0 |
| 2013 | 2 | 17 | 23 | 30 | 1026 | 6,19999981 | 44 | -4,6 | 6,7 | 1,16666661 | N | 0 | 1,36111109 | 0 |
| 2013 | 2 | 18 | 0 | 0 | 1025,7 | 6,19999981 | 40 | -5,8 | 6,7 | 0 | SW | 225 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 18 | 0 | 30 | 1025,4 | 7,69999981 | 39 | -4,9 | 8,2 | 0 | ENE | 67,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 18 | 1 | 0 | 1025,2 | 8,39999962 | 38 | -4,6 | 8,9 | 0 | NNE | 22,5 | 0,68055554 | 0 |
| 2013 | 2 | 18 | 1 | 30 | 1025,4 | 8 | 37 | -5,2 | 8,5 | 1,38888889 | NNW | 337,5 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 18 | 2 | 0 | 1025,5 | 8 | 37 | -5,2 | 8,5 | 0 | SE | 135 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 18 | 2 | 30 | 1025,6 | 7,69999981 | 37 | -5,6 | 8,2 | 1,16666661 | SE | 135 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 18 | 3 | 0 | 1025,6 | 8,89999962 | 37 | -4,5 | 9,4 | 0 | W | 270 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 18 | 3 | 30 | 1025,5 | 9,5 | 34 | -5,1 | 10 | 1,16666661 | NW | 315 | 1,89583338 | 0 |
| 2013 | 2 | 18 | 4 | 0 | 1025,4 | 9 | 34 | -5,5 | 9,5 | 0 | NNE | 22,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 18 | 4 | 30 | 1025 | 9,69999981 | 34 | -4,8 | 10,2 | 0 | NNW | 337,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 18 | 5 | 0 | 1024,9 | 9,89999962 | 33 | -5,1 | 10,4 | 0 | NE | 45 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 18 | 5 | 30 | 1024,6 | 9,19999981 | 34 | -5,3 | 9,7 | 0,16666667 | NNW | 337,5 | 1,89583338 | 0 |
| 2013 | 2 | 18 | 6 | 0 | 1024,6 | 9,69999981 | 33 | -5,2 | 10,2 | 1,77777778 | E | 90 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 18 | 6 | 30 | 1024,5 | 9,39999962 | 34 | -5,2 | 9,9 | 0,16666667 | NW | 315 | 1,55555558 | 0 |
| 2013 | 2 | 18 | 7 | 0 | 1024,5 | 9,19999981 | 34 | -5,4 | 9,7 | 0,99999997 | NW | 315 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 18 | 7 | 30 | 1024,4 | 8,39999962 | 36 | -5,3 | 8,9 | 1,55555553 | WNW | 292,5 | 3,11111116 | 0 |
| 2013 | 2 | 18 | 8 | 0 | 1024,4 | 8,19999981 | 38 | -4,8 | 8,7 | 0,99999997 | WSW | 247,5 | 1,74999995 | 0 |
| 2013 | 2 | 18 | 8 | 30 | 1024,5 | 8 | 38 | -4,9 | 8,5 | 1,38888889 | N | 0 | 3,49999991 | 0 |
| 2013 | 2 | 18 | 9 | 0 | 1024,7 | 7,5 | 39 | -5 | 8 | 0 | NW | 315 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 18 | 9 | 30 | 1024,8 | 7 | 40 | -5,1 | 7,5 | 0,55555556 | WNW | 292,5 | 1,74999995 | 0 |
| 2013 | 2 | 18 | 10 | 0 | 1024,7 | 6,69999981 | 41 | -5 | 7,2 | 1,16666661 | W | 270 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 18 | 10 | 30 | 1024,6 | 6,5 | 41 | -5,3 | 7 | 1,38888889 | W | 270 | 3,49999991 | 0 |
| 2013 | 2 | 18 | 11 | 0 | 1024,7 | 6,19999981 | 43 | -4,9 | 6,7 | 1,77777778 | W | 270 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 18 | 11 | 30 | 1025,1 | 6 | 45 | -4,4 | 6,5 | 2,16666672 | S | 180 | 4,71527769 | 0 |
| 2013 | 2 | 18 | 12 | 0 | 1025 | 5,90000001 | 47 | -4 | 6,4 | 1,38888889 | NNW | 292,5 | 3,11111116 | 0 |
| 2013 | 2 | 18 | 12 | 30 | 1024,9 | 5,40000001 | 49 | -3,9 | 5,9 | 1,77777778 | SW | 225 | 2,96527773 | 0 |
| 2013 | 2 | 18 | 13 | 0 | 1025 | 5 | 51 | -3,8 | 5,5 | 3,16666656 | W | 270 | 4,86111111 | 0 |
| 2013 | 2 | 18 | 13 | 30 | 1025 | 4,69999981 | 52 | -3,8 | 5,2 | 0,38888888 | W | 270 | 1,74999995 | 0 |
| 2013 | 2 | 18 | 14 | 0 | 1025,1 | 4,40000001 | 54 | -3,6 | 4,9 | 0 | W | 270 | 0 | 0 |

| Año | Mes | Día | Hora | Minuto | Presion Rel | Temperatur a Exte | Humedad Ext | Temperatur a de Rocio | Sensación Termica | Velocidad Med del Viento | Direccion del viento | dir viento grados | Velocidad max del viento | Lluvia parcial |
|------|-----|-----|------|--------|-------------|----------------------|----------------|--------------------------|----------------------|--------------------------------|-------------------------|----------------------|--------------------------------|-------------------|
| 2013 | 2 | 18 | 19 | 30 | 1024,2 | 2,70000005 | 57 | -4,4 | 3,2 | 0 | NE | 45 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 18 | 20 | 0 | 1024,1 | 2,40000001 | 57 | -4,7 | 2,9 | 1,99999995 | NNE | 22,5 | 3,49999991 | 0 |
| 2013 | 2 | 18 | 20 | 30 | 1024 | 2,20000005 | 58 | -4,7 | 2,7 | 0,16666667 | ENE | 67,5 | 1,74999995 | 0 |
| 2013 | 2 | 18 | 21 | 0 | 1024 | 1,70000005 | 59 | -4,8 | 2,2 | 1,55555553 | NNE | 22,5 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 18 | 21 | 30 | 1023,9 | 1,70000005 | 58 | -5,1 | 2,2 | 1,38888889 | NNE | 22,5 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 18 | 22 | 0 | 1023,9 | 2 | 57 | -5 | 2,5 | 1,55555553 | ESE | 67,5 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 18 | 22 | 30 | 1023,7 | 2 | 57 | -5 | 2,5 | 0 | NNE | 22,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 18 | 23 | 0 | 1023,7 | 1,5 | 58 | -5,3 | 2 | 0 | NNE | 22,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 18 | 23 | 30 | 1023,4 | 1,39999998 | 58 | -5,4 | 1,9 | 0 | E | 90 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 19 | 0 | 0 | 1023,3 | 1 | 59 | -5,6 | 1,5 | 0 | NNE | 22,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 19 | 0 | 30 | 1023,2 | 0,39999998 | 61 | -5,7 | 0,9 | 0 | WSW | 247,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 19 | 1 | 0 | 1023,1 | 0,39999998 | 62 | -5,5 | 0,9 | 0 | WSW | 247,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 19 | 1 | 30 | 1023,1 | 0,70000005 | 61 | -5,3 | 1,2 | 0 | W | 270 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 19 | 2 | 0 | 1023 | 1,39999998 | 58 | -5,4 | 1,9 | 0 | ENE | 67,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 19 | 2 | 30 | 1023 | 1 | 60 | -5,3 | 1,5 | 0 | NE | 45 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 19 | 3 | 0 | 1022,9 | 0,89999998 | 61 | -5,2 | 1,4 | 0 | W | 270 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 19 | 3 | 30 | 1022,8 | 0,39999998 | 63 | -5,3 | 0,9 | 0 | NNW | 337,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 19 | 4 | 0 | 1022,7 | 0 | 64 | -5,4 | 0,5 | 0 | WNW | 292,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 19 | 4 | 30 | 1022,7 | 0,19999999 | 64 | -5,2 | 0,7 | 0 | NW | 315 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 19 | 5 | 0 | 1022,6 | 0 | 64 | -5,4 | 0,5 | 0 | WNW | 292,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 19 | 5 | 30 | 1022,6 | 0 | 65 | -5,2 | 0,5 | 0 | WNW | 292,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 19 | 6 | 0 | 1022,5 | 0,19999999 | 64 | -5,2 | 0,7 | 0 | W | 270 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 19 | 6 | 30 | 1022,5 | 0 | 64 | -5,4 | 0,5 | 0 | W | 270 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 19 | 7 | 0 | 1022,3 | 0,70000005 | 61 | -5,3 | 1,2 | 0 | ESE | 112,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 19 | 7 | 30 | 1022,3 | 0,70000005 | 63 | -4,9 | 1,2 | 0 | ESE | 112,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 19 | 8 | 0 | 1022,3 | 0 | 67 | -4,8 | 0,5 | 0 | ESE | 112,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 19 | 8 | 30 | 1022,2 | -0,5 | 67 | -5,3 | 0 | 0 | NE | 45 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 19 | 9 | 0 | 1022,2 | -0,90000001 | 68 | -5,5 | -0,4 | 0 | NE | 45 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 19 | 9 | 30 | 1022,1 | -0,90000001 | 70 | -5,2 | -0,4 | 0 | SSE | 157,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 19 | 10 | 0 | 1022 | -0,7 | 69 | -5,1 | -0,2 | 0 | NE | 45 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 19 | 10 | 30 | 1022 | 0,39999998 | 62 | -5,5 | 0,9 | 0 | NE | 45 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 19 | 11 | 0 | 1021,9 | 0,89999998 | 62 | -5 | 1,4 | 0 | ENE | 67,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 19 | 11 | 30 | 1021,9 | 1,5 | 55 | -5,9 | 2 | 1,77777778 | NE | 45 | 2,23611106 | 0 |
| 2013 | 2 | 19 | 12 | 0 | 1021,8 | 1,5 | 50 | -7,3 | 1,1 | 3,55555561 | N | 0 | 3,11111116 | 0 |
| 2013 | 2 | 19 | 12 | 30 | 1021,8 | 1,20000005 | 51 | -7,2 | 1,7 | 1,55555553 | NE | 45 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 19 | 13 | 0 | 1021,7 | 1 | 51 | -7,5 | 1,5 | 1,99999995 | NNE | 22,5 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 19 | 13 | 30 | 1021,6 | 0,70000005 | 51 | -7,7 | 1,2 | 2,38888899 | NNE | 22,5 | 3,49999991 | 0 |
| 2013 | 2 | 19 | 14 | 0 | 1021,6 | 0,70000005 | 52 | -7,4 | 1,2 | 3,16666656 | NNW | 337,5 | 3,98611102 | 0 |
| 2013 | 2 | 19 | 14 | 30 | 1021,8 | 1 | 52 | -7,2 | 1,5 | 2,55555555 | ENE | 67,5 | 2,23611106 | 0 |
| 2013 | 2 | 19 | 15 | 0 | 1022,5 | 1,20000005 | 52 | -7 | 1,7 | 0,77777776 | NNE | 22,5 | 2,96527773 | 0 |
| 2013 | 2 | 19 | 15 | 30 | 1022,4 | 1,5 | 51 | -7 | 2 | 1,55555553 | NNE | 22,5 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 19 | 16 | 0 | 1022,5 | 2 | 49 | -7,1 | 1 | 3,99999989 | ENE | 67,5 | 4,375 | 0 |
| 2013 | 2 | 19 | 16 | 30 | 1022,5 | 2,40000001 | 49 | -6,7 | 2 | 3,55555561 | ENE | 67,5 | 5,7361112 | 0 |
| 2013 | 2 | 19 | 17 | 0 | 1022,4 | 3 | 47 | -6,6 | 3,5 | 2,16666672 | E | 90 | 1,89583338 | 0 |
| 2013 | 2 | 19 | 17 | 30 | 1022,5 | 3,69999981 | 46 | -6,3 | 4,2 | 2,77777778 | NNE | 22,5 | 4,375 | 0 |
| 2013 | 2 | 19 | 18 | 0 | 1022,3 | 4,40000001 | 45 | -6 | 4,9 | 0 | NE | 45 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 19 | 18 | 30 | 1022,3 | 5,19999981 | 43 | -5,8 | 5,7 | 0,99999997 | NE | 45 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 19 | 19 | 0 | 1022,2 | 6 | 41 | -5,7 | 6,5 | 0 | SSE | 157,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 19 | 19 | 30 | 1022,3 | 7 | 40 | -5,2 | 7,5 | 0,16666667 | SSW | 202,5 | 1,55555558 | 0 |
| 2013 | 2 | 19 | 20 | 0 | 1022,3 | 7,69999981 | 37 | -5,6 | 8,2 | 1,55555553 | N | 0 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 19 | 20 | 30 | 1022 | 8,5 | 34 | -5,9 | 9 | 0 | ESE | 112,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 19 | 21 | 0 | 1022 | 8,89999962 | 32 | -6,4 | 9,4 | 2,94444455 | ENE | 67,5 | 3,84027782 | 0 |
| 2013 | 2 | 19 | 21 | 30 | 1021,9 | 8,39999962 | 30 | -7,7 | 8,2 | 3,55555561 | SE | 135 | 3,98611102 | 0 |
| 2013 | 2 | 19 | 22 | 0 | 1021,7 | 8,39999962 | 31 | -7,3 | 8,9 | 2,94444455 | NNE | 22,5 | 3,30555565 | 0 |
| 2013 | 2 | 19 | 22 | 30 | 1021,5 | 8,69999981 | 31 | -7 | 9,2 | 2,77777778 | WNW | 292,5 | 3,64583333 | 0 |
| 2013 | 2 | 19 | 23 | 0 | 1021,3 | 8,89999962 | 29 | -7,7 | 6 | 6,16666688 | ESE | 112,5 | 7,34027796 | 0 |
| 2013 | 2 | 19 | 23 | 30 | 1021 | 8,89999962 | 30 | -7,2 | 9,4 | 2,77777778 | ENE | 67,5 | 2,43055556 | 0 |
| 2013 | 2 | 20 | 0 | 0 | 1020,8 | 9 | 30 | -7,2 | 9,5 | 2,94444455 | ESE | 112,5 | 4,86111111 | 0 |
| 2013 | 2 | 20 | 0 | 30 | 1020,5 | 9,19999981 | 29 | -7,3 | 9,7 | 2,55555555 | ESE | 112,5 | 4,375 | 0 |
| 2013 | 2 | 20 | 1 | 0 | 1020,3 | 9,5 | 29 | -7,1 | 8,3 | 4,55555545 | E | 90 | 3,98611102 | 0 |
| 2013 | 2 | 20 | 1 | 30 | 1020,1 | 9,19999981 | 30 | -7 | 8,1 | 4,38888894 | ESE | 112,5 | 6,80555556 | 0 |
| 2013 | 2 | 20 | 2 | 0 | 1020 | 9 | 31 | -6,6 | 9,5 | 2,77777778 | ENE | 67,5 | 2,77083324 | 0 |
| 2013 | 2 | 20 | 2 | 30 | 1020 | 9,19999981 | 31 | -6,6 | 8,8 | 3,77777788 | SE | 135 | 4,52083343 | 0 |
| 2013 | 2 | 20 | 3 | 0 | 1019,7 | 8,89999962 | 32 | -6,4 | 9,4 | 0,77777776 | SE | 135 | 1,36111109 | 0 |
| 2013 | 2 | 20 | 3 | 30 | 1019,5 | 9,69999981 | 32 | -5,6 | 8,1 | 5 | ESE | 112,5 | 5,59027778 | 0 |
| 2013 | 2 | 20 | 4 | 0 | 1019,4 | 9,5 | 33 | -5,5 | 7,2 | 5,55555556 | ENE | 67,5 | 6,07638889 | 0 |
| 2013 | 2 | 20 | 4 | 30 | 1019,3 | 9,19999981 | 33 | -5,7 | 9,7 | 2,55555555 | N | 0 | 3,30555565 | 0 |
| 2013 | 2 | 20 | 5 | 0 | 1019,3 | 8,69999981 | 34 | -5,7 | 5,5 | 6,55555566 | NE | 45 | 8,895833296 | 0 |
| 2013 | 2 | 20 | 5 | 30 | 1019,3 | 8,39999962 | 35 | -5,7 | 7,2 | 4,38888894 | NNE | 22,5 | 3,98611102 | 0 |
| 2013 | 2 | 20 | 6 | 0 | 1019,3 | 8,19999981 | 36 | -5,5 | 8 | 3,55555561 | NNE | 22,5 | 4,18055574 | 0 |
| 2013 | 2 | 20 | 6 | 30 | 1019,4 | 8 | 38 | -4,9 | 8,5 | 1,77777778 | NNE | 22,5 | 3,84027782 | 0 |
| 2013 | 2 | 20 | 7 | 0 | 1019,5 | 7,5 | 40 | -4,6 | 3,8 | 6,94444444 | N | 0 | 7,82638907 | 0 |
| 2013 | 2 | 20 | 7 | 30 | 1019,4 | 7 | 43 | -4,1 | 4,7 | 5,38888878 | NE | 45 | 6,27083315 | 0 |
| 2013 | 2 | 20 | 8 | 0 | 1019,5 | 7 | 43 | -4,2 | 5,9 | 4,16666667 | NNE | 22,5 | 4,71527769 | 0 |
| 2013 | 2 | 20 | 8 | 30 | 1019,5 | 6,5 | 45 | -4 | 7 | 2,38888899 | ESE | 112,5 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 20 | 9 | 0 | 1019,6 | 6 | 48 | -3,7 | 3,7 | 5,16666677 | NE | 45 | 5,93055546 | 0 |
| 2013 | 2 | 20 | 9 | 30 | 1019,6 | 5,5 | 49 | -3,8 | 6 | 2,55555555 | E | 90 | 3,84027782 | 0 |
| 2013 | 2 | 20 | 10 | 0 | 1019,6 | 5 | 52 | -3,4 | 4,5 | 3,77777788 | NNW | 337,5 | 5,39583352 | 0 |
| 2013 | 2 | 20 | 10 | 30 | 1019,5 | 4,69999981 | 54 | -3,2 | 5,2 | 0,99999997 | SE | 135 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 20 | 11 | 0 | 1019,8 | 4,5 | 53 | -3,6 | 4,3 | 3,55555561 | ENE | 67,5 | 3,98611102 | 0 |
| 2013 | 2 | 20 | 11 | 30 | 1019,8 | 4,19999981 | 54 | -3,7 | 4,7 | 2,55555555 | NE | 45 | 3,49999991 | 0 |
| 2013 | 2 | 20 | 12 | 0 | 1019,7 | 3,90000001 | 55 | -3,8 | 3,6 | 3,55555561 | NE | 45 | 4,375 | 0 |
| 2013 | 2 | 20 | 12 | 30 | 1019,6 | 3,5 | 57 | -3,6 | 4 | 2,77777778 | NE | 45 | 5,93055546 | 0 |
| 2013 | 2 | 20 | 13 | 0 | 1019,5 | 3,20000005 | 58 | -3,7 | 3,7 | 3,88888884 | NE | 45 | 4,86111111 | 0 |
| 2013 | 2 | 20 | 13 | 30 | 1019,4 | 2,90000001 | 59 | -3,8 | 0,5 | 5 | E | 90 | 6,07638889 | 0 |

| Año | Mes | Día | Hora | Minuto | Presión Rel | Temperatura Exte | Humedad Ext | Temperatura de Rocío | Sensación Térmica | Velocidad Med del Viento | Dirección del viento | dir viento grados | Velocidad max del viento | Lluvia parcial |
|------|-----|-----|------|--------|-------------|------------------|-------------|----------------------|-------------------|--------------------------|----------------------|-------------------|--------------------------|----------------|
| 2013 | 2 | 20 | 19 | 0 | 1019,9 | 1 | 59 | -5,5 | 1,5 | 2,16666672 | NNE | 22,5 | 3,64583333 | 0 |
| 2013 | 2 | 20 | 19 | 30 | 1020,1 | 0,89999998 | 58 | -5,9 | 1,4 | 2,55555555 | ESE | 112,5 | 3,84027782 | 0 |
| 2013 | 2 | 20 | 20 | 0 | 1020,1 | 0,89999998 | 57 | -6,1 | 1,4 | 1,55555553 | ENE | 67,5 | 1,36111109 | 0 |
| 2013 | 2 | 20 | 20 | 30 | 1020,1 | 0,89999998 | 56 | -6,4 | 1,4 | 1,99999995 | E | 90 | 3,11111116 | 0 |
| 2013 | 2 | 20 | 21 | 0 | 1020,1 | 1 | 54 | -6,8 | 1,5 | 2,77777778 | ENE | 67,5 | 3,84027782 | 0 |
| 2013 | 2 | 20 | 21 | 30 | 1020 | 1 | 52 | -7,2 | 1,5 | 2,16666672 | ENE | 67,5 | 4,18055574 | 0 |
| 2013 | 2 | 20 | 22 | 0 | 1020,1 | 0,89999998 | 53 | -7,1 | 1,4 | 2,16666672 | NE | 45 | 1,89583338 | 0 |
| 2013 | 2 | 20 | 22 | 30 | 1020,2 | 0,70000005 | 52 | -7,4 | -2 | 5,16666677 | ENE | 67,5 | 5,59027778 | 0 |
| 2013 | 2 | 20 | 23 | 0 | 1020,3 | 0,5 | 52 | -7,6 | -0,4 | 3,99999989 | NE | 45 | 3,84027782 | 0 |
| 2013 | 2 | 20 | 23 | 30 | 1020,1 | 0,39999998 | 51 | -8 | -0,3 | 3,77777788 | NE | 45 | 4,86111111 | 0 |
| 2013 | 2 | 21 | 0 | 0 | 1020 | 0,19999999 | 51 | -8,2 | 0,7 | 3,16666656 | NE | 45 | 2,77083324 | 0 |
| 2013 | 2 | 21 | 0 | 30 | 1020 | 0 | 52 | -8,2 | 0,5 | 2,94444455 | ENE | 67,5 | 3,11111116 | 0 |
| 2013 | 2 | 21 | 1 | 0 | 1020 | -0,3 | 53 | -8,1 | 0,2 | 1,38888889 | NE | 45 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 21 | 1 | 30 | 1020 | -0,5 | 54 | -8,2 | 0 | 0,38888888 | NNE | 22,5 | 1,74999995 | 0 |
| 2013 | 2 | 21 | 2 | 0 | 1019,9 | -0,7 | 55 | -8,2 | -0,2 | 1,77777788 | NE | 45 | 2,96527773 | 0 |
| 2013 | 2 | 21 | 2 | 30 | 1019,8 | -0,90000001 | 56 | -8,1 | -0,4 | 2,38888889 | NE | 45 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 21 | 3 | 0 | 1019,8 | -1 | 56 | -8,2 | -0,5 | 2,94444455 | NE | 45 | 4,18055574 | 0 |
| 2013 | 2 | 21 | 3 | 30 | 1019,8 | -1 | 55 | -8,5 | -0,5 | 1,16666661 | N | 0 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 21 | 4 | 0 | 1019,8 | -1 | 55 | -8,5 | -0,5 | 2,38888889 | ENE | 67,5 | 3,84027782 | 0 |
| 2013 | 2 | 21 | 4 | 30 | 1019,8 | -1 | 52 | -9,2 | -0,5 | 0 | ENE | 67,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 21 | 5 | 0 | 1019,7 | -1 | 50 | -9,7 | -0,5 | 0,99999997 | ENE | 67,5 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 21 | 5 | 30 | 1019,6 | -1,19999999 | 50 | -9,8 | -0,7 | 1,99999995 | ENE | 67,5 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 21 | 6 | 0 | 1019,6 | -1,39999998 | 50 | -10 | -0,9 | 0,38888888 | N | 0 | 1,74999995 | 0 |
| 2013 | 2 | 21 | 6 | 30 | 1019,6 | -1 | 48 | -10,2 | -0,5 | 1,55555553 | ENE | 67,5 | 1,89583338 | 0 |
| 2013 | 2 | 21 | 7 | 0 | 1019,5 | -1,19999999 | 48 | -10,3 | -0,7 | 1,38888889 | NE | 45 | 1,74999995 | 0 |
| 2013 | 2 | 21 | 7 | 30 | 1019,6 | -1,39999998 | 48 | -10,5 | -0,9 | 0 | ENE | 67,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 21 | 8 | 0 | 1019,6 | -1,19999999 | 47 | -10,7 | -0,7 | 0 | ENE | 67,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 21 | 8 | 30 | 1019,8 | -1,70000005 | 49 | -10,5 | -1,2 | 0 | NNE | 22,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 21 | 9 | 0 | 1019,7 | -1,89999998 | 48 | -10,9 | -1,4 | 0 | NE | 45 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 21 | 9 | 30 | 1019,8 | -1,5 | 46 | -11,2 | -1 | 0 | ESE | 112,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 21 | 10 | 0 | 1019,7 | -1,70000005 | 45 | -11,6 | -1,2 | 0 | ENE | 67,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 21 | 10 | 30 | 1019,7 | -1,89999998 | 48 | -10,9 | -1,4 | 0,16666667 | NE | 45 | 0,14583334 | 0 |
| 2013 | 2 | 21 | 11 | 0 | 1019,7 | -2 | 48 | -11 | -1,5 | 0 | NE | 45 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 21 | 11 | 30 | 1019,8 | -2 | 48 | -11,1 | -1,5 | 0 | NE | 45 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 21 | 12 | 0 | 1019,9 | -2 | 48 | -11,1 | -1,5 | 0 | ENE | 67,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 21 | 12 | 30 | 1020 | -2 | 48 | -11,1 | -1,5 | 0 | NE | 45 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 21 | 13 | 0 | 1020,1 | -2,39999998 | 49 | -11,2 | -1,9 | 0 | NE | 45 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 21 | 13 | 30 | 1020,3 | -2,20000005 | 48 | -11,2 | -1,7 | 0 | NE | 45 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 21 | 14 | 0 | 1020,3 | -1 | 45 | -10,9 | -0,5 | 1,77777778 | NE | 45 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 21 | 14 | 30 | 1020,6 | -0,3 | 40 | -11,7 | 0,2 | 0,55555556 | NE | 45 | 1,74999995 | 0 |
| 2013 | 2 | 21 | 15 | 0 | 1020,7 | 0,19999999 | 38 | -11,9 | 0,7 | 1,99999995 | NE | 45 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 21 | 15 | 30 | 1020,8 | 0,5 | 38 | -11,6 | 1 | 2,38888889 | NE | 45 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 21 | 16 | 0 | 1020,9 | 1,20000005 | 38 | -11 | 1,7 | 0,99999997 | NE | 45 | 1,55555558 | 0 |
| 2013 | 2 | 21 | 16 | 30 | 1021 | 1,70000005 | 38 | -10,6 | 2,2 | 0,16666667 | ENE | 67,5 | 0,14583334 | 0 |
| 2013 | 2 | 21 | 17 | 0 | 1021,1 | 2,5 | 36 | -10,5 | 3 | 0 | ESE | 112,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 21 | 17 | 30 | 1021,3 | 2,5 | 36 | -10,5 | 3 | 0 | S | 180 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 21 | 18 | 0 | 1021,3 | 2,90000001 | 31 | -12,1 | 2,2 | 3,77777788 | NNE | 22,5 | 3,30555565 | 0 |
| 2013 | 2 | 21 | 18 | 30 | 1021,4 | 3,40000001 | 28 | -12,9 | 3,9 | 0,77777776 | NE | 45 | 0,68055554 | 0 |
| 2013 | 2 | 21 | 19 | 0 | 1021,3 | 4,69999981 | 25 | -13,2 | 5,2 | 0,38888888 | NE | 45 | 3,11111116 | 0 |
| 2013 | 2 | 21 | 19 | 30 | 1021,3 | 5 | 23 | -14 | 5,5 | 3,38888884 | NNW | 337,5 | 6,27083315 | 0 |
| 2013 | 2 | 21 | 20 | 0 | 1021,3 | 5 | 22 | -14,4 | 5,5 | 1,77777788 | ESE | 112,5 | 2,96527773 | 0 |
| 2013 | 2 | 21 | 20 | 30 | 1021,3 | 5,19999981 | 17 | -17,3 | 4,4 | 3,99999989 | NE | 45 | 6,07638889 | 0 |
| 2013 | 2 | 21 | 21 | 0 | 1021,1 | 6 | 17 | -16,8 | 5,2 | 3,99999989 | E | 90 | 5,20138888 | 0 |
| 2013 | 2 | 21 | 21 | 30 | 1020,9 | 5,90000001 | 16 | -17,6 | 1,1 | 7,77777778 | NNW | 337,5 | 7,14583324 | 0 |
| 2013 | 2 | 21 | 22 | 0 | 1020,7 | 6 | 16 | -17,4 | 5,8 | 3,55555561 | NE | 45 | 5,7361112 | 0 |
| 2013 | 2 | 21 | 22 | 30 | 1020,6 | 6 | 16 | -17,4 | 4,5 | 4,55555545 | NE | 45 | 6,99999981 | 0 |
| 2013 | 2 | 21 | 23 | 0 | 1020,4 | 6,69999981 | 16 | -16,9 | 7,2 | 2,38888889 | N | 0 | 4,18055574 | 0 |
| 2013 | 2 | 21 | 23 | 30 | 1020,1 | 6,5 | 15 | -17,8 | 7 | 1,16666661 | NNE | 22,5 | 3,11111116 | 0 |
| 2013 | 2 | 22 | 0 | 0 | 1020,1 | 6,5 | 15 | -17,8 | 4,6 | 5 | NE | 45 | 7,82638907 | 0 |
| 2013 | 2 | 22 | 0 | 30 | 1019,9 | 6,69999981 | 16 | -16,8 | 7,2 | 0 | NE | 45 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 22 | 1 | 0 | 1019,9 | 6,90000001 | 15 | -17,5 | 6,4 | 3,77777788 | W | 270 | 3,98611102 | 0 |
| 2013 | 2 | 22 | 1 | 30 | 1019,7 | 6,69999981 | 15 | -17,7 | 1,3 | 8,77777788 | NNE | 22,5 | 8,89583296 | 0 |
| 2013 | 2 | 22 | 2 | 0 | 1019,7 | 7,19999981 | 15 | -17,3 | 7,7 | 2,77777788 | N | 0 | 5,20138888 | 0 |
| 2013 | 2 | 22 | 2 | 30 | 1019,7 | 6,69999981 | 15 | -17,7 | 4 | 5,55555556 | ENE | 67,5 | 6,07638889 | 0 |
| 2013 | 2 | 22 | 3 | 0 | 1019,6 | 6,69999981 | 15 | -17,6 | 6,3 | 3,77777788 | E | 90 | 3,84027782 | 0 |
| 2013 | 2 | 22 | 3 | 30 | 1019,5 | 6,90000001 | 16 | -16,8 | 6,4 | 3,77777788 | E | 90 | 3,30555565 | 0 |
| 2013 | 2 | 22 | 4 | 0 | 1019,4 | 6,69999981 | 15 | -17,7 | 4,2 | 5,38888878 | NE | 45 | 5,7361112 | 0 |
| 2013 | 2 | 22 | 4 | 30 | 1019,6 | 6,5 | 16 | -17 | 5,5 | 4,16666667 | NNE | 22,5 | 6,07638889 | 0 |
| 2013 | 2 | 22 | 5 | 0 | 1019,7 | 5,69999981 | 17 | -16,9 | 3,7 | 5 | NNE | 22,5 | 6,61111113 | 0 |
| 2013 | 2 | 22 | 5 | 30 | 1019,8 | 6 | 20 | -14,8 | 6,5 | 1,38888889 | N | 0 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 22 | 6 | 0 | 1019,9 | 5,5 | 21 | -14,6 | 1,4 | 6,94444444 | NE | 45 | 7,68055565 | 0 |
| 2013 | 2 | 22 | 6 | 30 | 1019,9 | 5,19999981 | 23 | -13,7 | 2,3 | 5,77777757 | NW | 315 | 8,21527759 | 0 |
| 2013 | 2 | 22 | 7 | 0 | 1019,9 | 4,5 | 25 | -13,3 | 1,9 | 5,38888878 | NNE | 22,5 | 7,82638907 | 0 |
| 2013 | 2 | 22 | 7 | 30 | 1019,9 | 4,40000001 | 25 | -13,4 | 3,2 | 4,16666667 | NNW | 337,5 | 5,20138888 | 0 |
| 2013 | 2 | 22 | 8 | 0 | 1020 | 4,40000001 | 26 | -13 | 2,7 | 4,55555545 | N | 0 | 4,71527769 | 0 |
| 2013 | 2 | 22 | 8 | 30 | 1020 | 3,69999981 | 28 | -12,7 | -0,3 | 6,55555566 | N | 0 | 7,68055565 | 0 |
| 2013 | 2 | 22 | 9 | 0 | 1020,1 | 3,20000005 | 30 | -12,1 | 2 | 4,16666667 | N | 0 | 8,02083333 | 0 |
| 2013 | 2 | 22 | 9 | 30 | 1020,2 | 2,90000001 | 30 | -12,5 | 3,4 | 2,55555555 | NE | 45 | 5,7361112 | 0 |
| 2013 | 2 | 22 | 10 | 0 | 1020,5 | 2,5 | 32 | -12 | 3 | 2,77777778 | NNE | 22,5 | 2,96527773 | 0 |
| 2013 | 2 | 22 | 10 | 30 | 1020,6 | 2 | 33 | -12 | 2,5 | 1,99999995 | N | 0 | 1,89583338 | 0 |
| 2013 | 2 | 22 | 11 | 0 | 1020,8 | 1,5 | 37 | -11 | 2 | 2,94444455 | NE | 45 | 3,84027782 | 0 |
| 2013 | 2 | 22 | 11 | 30 | 1020,9 | 1,20000005 | 38 | -11,1 | 1,7 | 2,55555555 | NE | 45 | 3,84027782 | 0 |
| 2013 | 2 | 22 | 12 | 0 | 1021 | 0,70000005 | 39 | -11,1 | 1,2 | 1,38888889 | NE | 45 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 22 | 12 | 30 | 1021,2 | 0,39999998 | 40 | -11,1 | 0,9 | 2,38888889 | NE | 45 | 2,96527773 | 0 |
| 2013 | 2 | 22 | 13 | 0 | 1021,3 | 0,19999999 | 42 | -10,6 | -1 | 4,16666667 | NE | 45 | 4,375 | 0 |

| Año | Mes | Día | Hora | Minuto | Presion Rel | Temperatur a Exte | Humedad Ext | Temperatur a de Rocio | Sensación Termica | Velocidad Med del Viento | Direccion del viento | dir viento grados | Velocidad max del viento | Lluvia parcial | |
|------|-----|-----|------|--------|-------------|----------------------|----------------|--------------------------|----------------------|--------------------------------|-------------------------|----------------------|--------------------------------|-------------------|---|
| 2013 | 2 | 22 | 18 | 30 | 1022,2 | -1,70000005 | | 51 | -10 | -1,2 | 2,55555555 | ENE | 67,5 | 3,49999991 | 0 |
| 2013 | 2 | 22 | 19 | 0 | 1022,2 | -2,20000005 | | 52 | -10,2 | -1,7 | 2,16666672 | NNE | 22,5 | 3,49999991 | 0 |
| 2013 | 2 | 22 | 19 | 30 | 1022,1 | -2,20000005 | | 52 | -10,2 | -1,7 | 3,38888884 | NNE | 22,5 | 4,375 | 0 |
| 2013 | 2 | 22 | 20 | 0 | 1022,2 | -2,20000005 | | 53 | -10 | -1,7 | 1,99999995 | ENE | 67,5 | 1,89583338 | 0 |
| 2013 | 2 | 22 | 20 | 30 | 1022,1 | -2,39999998 | | 54 | -9,9 | -1,9 | 0,99999997 | E | 90 | 0,87499998 | 0 |
| 2013 | 2 | 22 | 21 | 0 | 1022 | -2,5 | | 55 | -9,9 | -2 | 0,77777776 | NE | 45 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 22 | 21 | 30 | 1021,9 | -2,70000005 | | 55 | -10 | -2,2 | 0,16666667 | ENE | 67,5 | 1,55555558 | 0 |
| 2013 | 2 | 22 | 22 | 0 | 1021,9 | -2,70000005 | | 55 | -10,1 | -2,2 | 0 | NE | 45 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 22 | 22 | 30 | 1021,9 | -2,90000001 | | 56 | -9,9 | -2,4 | 1,38888889 | NE | 45 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 22 | 23 | 0 | 1021,9 | -3 | | 56 | -10 | -2,5 | 0,99999997 | NNE | 22,5 | 1,74999995 | 0 |
| 2013 | 2 | 22 | 23 | 30 | 1021,6 | -3 | | 56 | -10,1 | -2,5 | 0,77777776 | NNE | 22,5 | 1,55555558 | 0 |
| 2013 | 2 | 23 | 0 | 0 | 1021,6 | -3,20000005 | | 56 | -10,2 | -2,7 | 1,55555553 | N | 0 | 1,74999995 | 0 |
| 2013 | 2 | 23 | 0 | 30 | 1021,4 | -3,20000005 | | 56 | -10,2 | -2,7 | 0,55555556 | N | 0 | 0,48611111 | 0 |
| 2013 | 2 | 23 | 1 | 0 | 1021,5 | -2,90000001 | | 52 | -10,9 | -2,4 | 1,16666661 | NNE | 22,5 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 23 | 1 | 30 | 1021,4 | -2,5 | | 50 | -11,1 | -2 | 0 | NNE | 22,5 | 0,68055554 | 0 |
| 2013 | 2 | 23 | 2 | 0 | 1021,5 | -2,20000005 | | 47 | -11,6 | -1,7 | 0 | ENE | 67,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 23 | 2 | 30 | 1021,6 | -2,5 | | 48 | -11,5 | -2 | 0 | E | 90 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 23 | 3 | 0 | 1021,5 | -2,70000005 | | 50 | -11,2 | -2,2 | 0,38888888 | N | 0 | 0,34027777 | 0 |
| 2013 | 2 | 23 | 3 | 30 | 1021,4 | -3,20000005 | | 52 | -11,2 | -2,7 | 1,77777778 | NNE | 22,5 | 3,49999991 | 0 |
| 2013 | 2 | 23 | 4 | 0 | 1021,2 | -3,5 | | 54 | -11,1 | -6,2 | 4,77777799 | NE | 45 | 4,86111111 | 0 |
| 2013 | 2 | 23 | 4 | 30 | 1021,1 | -3,5 | | 54 | -11,1 | -3 | 1,38888889 | ESE | 112,5 | 1,36111109 | 0 |
| 2013 | 2 | 23 | 5 | 0 | 1021 | -3,70000005 | | 55 | -10,9 | -3,2 | 2,94444455 | NNE | 22,5 | 3,84027782 | 0 |
| 2013 | 2 | 23 | 5 | 30 | 1021 | -3,90000001 | | 56 | -10,9 | -3,4 | 1,77777778 | N | 0 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 23 | 6 | 0 | 1021 | -3,90000001 | | 56 | -10,9 | -3,4 | 0 | NE | 45 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 23 | 6 | 30 | 1021 | -3,90000001 | | 57 | -10,7 | -3,4 | 1,99999995 | NNE | 22,5 | 3,84027782 | 0 |
| 2013 | 2 | 23 | 7 | 0 | 1021,1 | -3,90000001 | | 57 | -10,7 | -3,4 | 0 | ENE | 67,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 23 | 7 | 30 | 1021,1 | -3,90000001 | | 57 | -10,7 | -3,4 | 0 | E | 90 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 23 | 8 | 0 | 1021,2 | -4 | | 57 | -10,8 | -3,5 | 0,55555556 | NE | 45 | 1,89583338 | 0 |
| 2013 | 2 | 23 | 8 | 30 | 1021,3 | -4 | | 58 | -10,6 | -3,5 | 1,55555553 | ENE | 67,5 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 23 | 9 | 0 | 1021,3 | -4 | | 58 | -10,6 | -3,5 | 1,16666661 | NE | 45 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 23 | 9 | 30 | 1021,4 | -4,5 | | 58 | -11 | -4 | 0 | NNW | 337,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 23 | 10 | 0 | 1021,7 | -4,69999981 | | 59 | -11 | -4,2 | 0,38888888 | NNE | 22,5 | 1,74999995 | 0 |
| 2013 | 2 | 23 | 10 | 30 | 1021,8 | -4,5 | | 59 | -10,9 | -4 | 0 | NNE | 22,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 23 | 11 | 0 | 1021,7 | -4,69999981 | | 59 | -11 | -4,2 | 0 | NE | 45 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 23 | 11 | 30 | 1021,7 | -5 | | 60 | -11 | -4,5 | 0 | NE | 45 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 23 | 12 | 0 | 1021,6 | -5 | | 61 | -10,9 | -4,5 | 0 | NE | 45 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 23 | 12 | 30 | 1021,6 | -4,69999981 | | 60 | -10,8 | -4,2 | 0 | ENE | 67,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 23 | 13 | 0 | 1021,5 | -4 | | 58 | -10,6 | -3,5 | 0 | NNE | 22,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 23 | 13 | 30 | 1021,5 | -3 | | 55 | -10,3 | -2,5 | 0 | ENE | 67,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 23 | 14 | 0 | 1021,7 | -2,20000005 | | 51 | -10,5 | -1,7 | 0 | NNE | 22,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 23 | 14 | 30 | 1021,9 | -1,5 | | 49 | -10,4 | -1 | 0 | E | 90 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 23 | 15 | 0 | 1022,5 | -0,7 | | 48 | -9,8 | -0,2 | 0 | NE | 45 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 23 | 15 | 30 | 1022,7 | -0,09999999 | | 46 | -9,8 | 0,4 | 0 | NNE | 22,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 23 | 16 | 0 | 1022,9 | 1 | | 43 | -9,7 | 1,5 | 0 | NNW | 337,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 23 | 16 | 30 | 1022,8 | 1,5 | | 40 | -10 | 2 | 0 | ENE | 67,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 23 | 17 | 0 | 1022,8 | 1 | | 40 | -10,6 | 1,5 | 0,77777776 | NNE | 22,5 | 0,68055554 | 0 |
| 2013 | 2 | 23 | 17 | 30 | 1022,9 | 2,20000005 | | 36 | -10,7 | 2,7 | 0 | NE | 45 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 23 | 18 | 0 | 1022,9 | 2,40000001 | | 36 | -10,7 | 2,9 | 0,99999997 | NNE | 22,5 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 23 | 18 | 30 | 1022,7 | 2,5 | | 33 | -11,6 | 3 | 1,55555553 | NNW | 337,5 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 23 | 19 | 0 | 1022,9 | 3 | | 32 | -11,5 | 2,1 | 3,99999989 | N | 0 | 6,61111113 | 0 |
| 2013 | 2 | 23 | 19 | 30 | 1022,8 | 3 | | 32 | -11,5 | 2,4 | 3,77777788 | NNE | 22,5 | 5,93055546 | 0 |
| 2013 | 2 | 23 | 20 | 0 | 1022,9 | 3,5 | | 28 | -12,7 | 1,8 | 4,55555545 | N | 0 | 4,86111111 | 0 |
| 2013 | 2 | 23 | 20 | 30 | 1022,7 | 4 | | 27 | -12,8 | 2,8 | 4,16666667 | NNW | 337,5 | 7,82638907 | 0 |
| 2013 | 2 | 23 | 21 | 0 | 1022,3 | 4 | | 27 | -12,8 | 0,1 | 6,55555566 | N | 0 | 10,1111107 | 0 |
| 2013 | 2 | 23 | 21 | 30 | 1022,1 | 4,40000001 | | 27 | -12,5 | 0,2 | 6,77777767 | N | 0 | 8,21527759 | 0 |
| 2013 | 2 | 23 | 22 | 0 | 1021,8 | 4,5 | | 26 | -12,8 | 3,1 | 4,38888894 | NNE | 22,5 | 5,93055546 | 0 |
| 2013 | 2 | 23 | 22 | 30 | 1021,8 | 4,5 | | 25 | -13,3 | -0,7 | 8,16666656 | NNE | 22,5 | 13,270833 | 0 |
| 2013 | 2 | 23 | 23 | 0 | 1021,7 | 4,69999981 | | 26 | -12,7 | 5,2 | 3,16666656 | NNW | 337,5 | 4,18055574 | 0 |
| 2013 | 2 | 23 | 23 | 30 | 1021,7 | 4,69999981 | | 26 | -12,7 | 2,2 | 5,16666677 | NE | 45 | 4,52083343 | 0 |
| 2013 | 2 | 24 | 0 | 0 | 1021,6 | 4,90000001 | | 25 | -13 | -2 | 10,55555556 | N | 0 | 9,23611111 | 0 |
| 2013 | 2 | 24 | 0 | 30 | 1021,5 | 4,90000001 | | 26 | -12,5 | -1,6 | 10 | NE | 45 | 10,4513889 | 0 |
| 2013 | 2 | 24 | 1 | 0 | 1021,3 | 4,69999981 | | 26 | -12,6 | 2,1 | 5,38888878 | NNE | 22,5 | 7,34027796 | 0 |
| 2013 | 2 | 24 | 1 | 30 | 1021,3 | 5 | | 24 | -13,3 | -0,5 | 8,77777788 | NNE | 22,5 | 7,68055565 | 0 |
| 2013 | 2 | 24 | 2 | 0 | 1021,2 | 5 | | 24 | -13,4 | -3,3 | 13,16666671 | NNW | 337,5 | 15,8958337 | 0 |
| 2013 | 2 | 24 | 2 | 30 | 1021,2 | 4,90000001 | | 24 | -13,5 | 1,8 | 5,77777757 | NE | 45 | 8,21527759 | 0 |
| 2013 | 2 | 24 | 3 | 0 | 1021,2 | 4,90000001 | | 24 | -13,5 | -1,2 | 9,38888868 | NNE | 22,5 | 9,62499963 | 0 |
| 2013 | 2 | 24 | 3 | 30 | 1021,2 | 5 | | 24 | -13,4 | -0,8 | 8,94444466 | NNE | 22,5 | 11,715278 | 0 |
| 2013 | 2 | 24 | 4 | 0 | 1021,2 | 4,69999981 | | 24 | -13,7 | 2,7 | 4,77777799 | NE | 45 | 8,36111148 | 0 |
| 2013 | 2 | 24 | 4 | 30 | 1021,1 | 4,40000001 | | 25 | -13,4 | -0,6 | 7,77777778 | NNE | 22,5 | 9,77083352 | 0 |
| 2013 | 2 | 24 | 5 | 0 | 1021,1 | 4,5 | | 25 | -13,4 | 0,3 | 6,77777767 | NE | 45 | 8,75 | 0 |
| 2013 | 2 | 24 | 5 | 30 | 1021,3 | 4,19999981 | | 25 | -13,5 | 2 | 5 | NNW | 337,5 | 7,82638907 | 0 |
| 2013 | 2 | 24 | 6 | 0 | 1021,4 | 3,90000001 | | 26 | -13,4 | -4,3 | 12,3888885 | N | 0 | 10,8402774 | 0 |
| 2013 | 2 | 24 | 6 | 30 | 1021,4 | 3,5 | | 27 | -13,3 | -0,9 | 6,94444444 | N | 0 | 8,75 | 0 |
| 2013 | 2 | 24 | 7 | 0 | 1021,6 | 3,20000005 | | 28 | -13 | -0,5 | 6,38888889 | NNE | 22,5 | 14,6805559 | 0 |
| 2013 | 2 | 24 | 7 | 30 | 1021,6 | 3,20000005 | | 28 | -13 | 0,2 | 5,55555556 | N | 0 | 4,86111111 | 0 |
| 2013 | 2 | 24 | 8 | 0 | 1021,7 | 2,5 | | 29 | -13,2 | -4,5 | 10 | NNW | 337,5 | 14,3402778 | 0 |
| 2013 | 2 | 24 | 8 | 30 | 1021,6 | 2,20000005 | | 31 | -12,6 | 0,4 | 4,55555545 | NE | 45 | 9,77083352 | 0 |
| 2013 | 2 | 24 | 9 | 0 | 1022 | 1,70000005 | | 31 | -13,1 | -3,7 | 7,77777778 | ENE | 67,5 | 7,34027796 | 0 |
| 2013 | 2 | 24 | 9 | 30 | 1021,8 | 1,5 | | 32 | -12,8 | -2,9 | 6,77777767 | NNE | 22,5 | 6,6111111 | |

| Año | Mes | Día | Hora | Minuto | Presión Rel | Temperatura Exte | Humedad Ext | Temperatura de Rocío | Sensación Térmica | Velocidad Med del Viento | Dirección del viento | dir viento grados | Velocidad max del viento | Lluvia parcial |
|------|-----|-----|------|--------|-------------|------------------|-------------|----------------------|-------------------|--------------------------|----------------------|-------------------|--------------------------|----------------|
| 2013 | 2 | 24 | 18 | 0 | 1024,4 | -1,1999999 | 41 | -12,3 | -7,5 | 7,99999979 | N | 0 | 8,89583296 | 0 |
| 2013 | 2 | 24 | 18 | 30 | 1024,3 | -1,3999998 | 42 | -12,2 | -8,7 | 8,94444466 | N | 0 | 11,5208337 | 0 |
| 2013 | 2 | 24 | 19 | 0 | 1024,6 | -1,1999999 | 42 | -12,1 | -6,8 | 7,16666645 | NE | 45 | 13,6111111 | 0 |
| 2013 | 2 | 24 | 19 | 30 | 1024,7 | -1,3999998 | 42 | -12,2 | -5,7 | 6,16666688 | NNE | 22,5 | 6,99999981 | 0 |
| 2013 | 2 | 24 | 20 | 0 | 1024,5 | -1,5 | 43 | -12 | -7,7 | 7,77777778 | NNE | 22,5 | 7,14583324 | 0 |
| 2013 | 2 | 24 | 20 | 30 | 1024,6 | -1,7000005 | 44 | -11,9 | -1,2 | 2,5555555 | NNE | 22,5 | 3,64583333 | 0 |
| 2013 | 2 | 24 | 21 | 0 | 1024,8 | -2 | 45 | -11,8 | -3,8 | 4,38888894 | NE | 45 | 7,14583324 | 0 |
| 2013 | 2 | 24 | 21 | 30 | 1025,1 | -2,2000005 | 47 | -11,6 | -1,7 | 3,38888884 | N | 0 | 4,375 | 0 |
| 2013 | 2 | 24 | 22 | 0 | 1025,1 | -2,5 | 49 | -11,2 | -2 | 2,38888899 | NE | 45 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 24 | 22 | 30 | 1025,2 | -2,5 | 49 | -11,2 | -2 | 2,77777778 | E | 90 | 3,64583333 | 0 |
| 2013 | 2 | 24 | 23 | 0 | 1025 | -2,7000005 | 51 | -10,9 | -4,9 | 4,55555545 | NE | 45 | 3,98611102 | 0 |
| 2013 | 2 | 24 | 23 | 30 | 1025,1 | -2,9000001 | 52 | -10,9 | -3,7 | 3,77777788 | NE | 45 | 6,80555556 | 0 |
| 2013 | 2 | 25 | 0 | 0 | 1025,2 | -3 | 52 | -11 | -2,5 | 2,94444455 | E | 90 | 3,49999991 | 0 |
| 2013 | 2 | 25 | 0 | 30 | 1025,2 | -3 | 53 | -10,8 | -2,5 | 2,5555555 | NNE | 22,5 | 3,11111116 | 0 |
| 2013 | 2 | 25 | 1 | 0 | 1025,3 | -3 | 52 | -11 | -2,5 | 3,38888884 | NE | 45 | 3,84027782 | 0 |
| 2013 | 2 | 25 | 1 | 30 | 1025,4 | -3 | 52 | -11 | -2,5 | 1,77777778 | NE | 45 | 3,30555565 | 0 |
| 2013 | 2 | 25 | 2 | 0 | 1025,5 | -2,9000001 | 53 | -10,6 | -2,4 | 1,55555553 | ESE | 112,5 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 25 | 2 | 30 | 1025,2 | -2,9000001 | 53 | -10,6 | -2,4 | 1,77777778 | ESE | 112,5 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 25 | 3 | 0 | 1025,1 | -3 | 53 | -10,8 | -2,5 | 1,77777778 | NNE | 22,5 | 2,23611106 | 0 |
| 2013 | 2 | 25 | 3 | 30 | 1025,1 | -3,2000005 | 54 | -10,7 | -2,7 | 2,38888899 | NE | 45 | 3,30555565 | 0 |
| 2013 | 2 | 25 | 4 | 0 | 1024,8 | -2,9000001 | 53 | -10,6 | -2,4 | 2,77777778 | NE | 45 | 3,30555565 | 0 |
| 2013 | 2 | 25 | 4 | 30 | 1025 | -2,7000005 | 53 | -10,5 | -3,2 | 3,55555561 | NNE | 22,5 | 5,93055546 | 0 |
| 2013 | 2 | 25 | 5 | 0 | 1024,9 | -2,7000005 | 54 | -10,3 | -4,7 | 4,38888894 | NE | 45 | 4,52083343 | 0 |
| 2013 | 2 | 25 | 5 | 30 | 1025 | -2,7000005 | 53 | -10,5 | -2,2 | 0,77777776 | NNE | 22,5 | 0,68055554 | 0 |
| 2013 | 2 | 25 | 6 | 0 | 1024,9 | -2,7000005 | 53 | -10,5 | -2,2 | 1,99999995 | NNE | 22,5 | 5,7361112 | 0 |
| 2013 | 2 | 25 | 6 | 30 | 1025,1 | -2,5 | 52 | -10,5 | -2 | 2,77777778 | N | 0 | 3,64583333 | 0 |
| 2013 | 2 | 25 | 7 | 0 | 1025,1 | -2,2000005 | 51 | -10,5 | -3,3 | 3,99999989 | NE | 45 | 5,59027778 | 0 |
| 2013 | 2 | 25 | 7 | 30 | 1025,2 | -2,2000005 | 52 | -10,2 | -3,7 | 4,16666667 | NNE | 22,5 | 5,39583352 | 0 |
| 2013 | 2 | 25 | 8 | 0 | 1025,1 | -2,2000005 | 52 | -10,2 | -5,6 | 5,38888878 | NE | 22,5 | 7,14583324 | 0 |
| 2013 | 2 | 25 | 8 | 30 | 1025 | -2 | 52 | -10,1 | -3,6 | 4,16666667 | NE | 45 | 7,82638907 | 0 |
| 2013 | 2 | 25 | 9 | 0 | 1024,9 | -2 | 52 | -10 | -1,5 | 2,5555555 | NNE | 22,5 | 2,96527773 | 0 |
| 2013 | 2 | 25 | 9 | 30 | 1024,9 | -1,8999998 | 53 | -9,7 | -5,5 | 5,55555556 | NNE | 22,5 | 6,99999981 | 0 |
| 2013 | 2 | 25 | 10 | 0 | 1024,9 | -1,7000005 | 52 | -9,8 | -5,4 | 5,55555556 | NNE | 22,5 | 6,27083315 | 0 |
| 2013 | 2 | 25 | 10 | 30 | 1025,1 | -1,8999998 | 53 | -9,7 | -1,4 | 2,77777778 | ENE | 67,5 | 3,49999991 | 0 |
| 2013 | 2 | 25 | 11 | 0 | 1025 | -1,8999998 | 53 | -9,7 | -1,4 | 3,38888884 | NNE | 22,5 | 5,39583352 | 0 |
| 2013 | 2 | 25 | 11 | 30 | 1024,9 | -1,7000005 | 53 | -9,5 | -4,1 | 4,77777799 | NNE | 22,5 | 5,39583352 | 0 |
| 2013 | 2 | 25 | 12 | 0 | 1025 | -1,5 | 52 | -9,7 | -1 | 3,16666656 | NNW | 337,5 | 3,11111116 | 0 |
| 2013 | 2 | 25 | 12 | 30 | 1024,9 | -1,3999998 | 52 | -9,5 | -0,9 | 3,16666656 | NE | 45 | 3,64583333 | 0 |
| 2013 | 2 | 25 | 13 | 0 | 1024,9 | -1 | 53 | -8,9 | -2,4 | 4,16666667 | NNE | 22,5 | 5,39583352 | 0 |
| 2013 | 2 | 25 | 13 | 30 | 1025 | 0 | 52 | -8,1 | -4 | 6,16666688 | N | 0 | 6,07638889 | 0 |
| 2013 | 2 | 25 | 14 | 0 | 1025 | 0,7000005 | 51 | -7,7 | -0,5 | 4,16666667 | SW | 225 | 5,2013888 | 0 |
| 2013 | 2 | 25 | 14 | 30 | 1025,1 | 1,39999998 | 49 | -7,6 | -4,5 | 8,16666656 | NNE | 22,5 | 8,75 | 0 |
| 2013 | 2 | 25 | 15 | 0 | 1025,3 | 2 | 47 | -7,5 | -1,3 | 5,77777757 | NNE | 22,5 | 5,05555537 | 0 |
| 2013 | 2 | 25 | 15 | 30 | 1025,6 | 2,7000005 | 46 | -7,2 | -0,5 | 5,77777757 | NE | 45 | 5,05555537 | 0 |
| 2013 | 2 | 25 | 16 | 0 | 1025,7 | 3,2000005 | 45 | -7 | -0,8 | 6,55555566 | NE | 45 | 8,55555574 | 0 |
| 2013 | 2 | 25 | 16 | 30 | 1025,9 | 3,5 | 44 | -7 | -1,2 | 7,38888899 | N | 0 | 6,46527787 | 0 |
| 2013 | 2 | 25 | 17 | 0 | 1025,9 | 4 | 44 | -6,6 | 2,1 | 4,77777799 | NNW | 292,5 | 4,52083343 | 0 |
| 2013 | 2 | 25 | 17 | 30 | 1025,8 | 4,4000001 | 43 | -6,6 | -1,1 | 8,38888891 | NNE | 22,5 | 10,6458331 | 0 |
| 2013 | 2 | 25 | 18 | 0 | 1025,9 | 4,5 | 44 | -6,2 | -1,4 | 8,94444466 | NE | 45 | 10,4513889 | 0 |
| 2013 | 2 | 25 | 18 | 30 | 1026 | 4,5 | 44 | -6,1 | 0,8 | 6,38888889 | NE | 45 | 5,93055546 | 0 |
| 2013 | 2 | 25 | 19 | 0 | 1026 | 4,69999981 | 44 | -5,9 | 0,3 | 7,16666645 | NNE | 22,5 | 10,1111107 | 0 |
| 2013 | 2 | 25 | 19 | 30 | 1026 | 4,69999981 | 45 | -5,6 | 0,1 | 7,38888899 | NNW | 337,5 | 13,4652781 | 0 |
| 2013 | 2 | 25 | 20 | 0 | 1025,8 | 5 | 44 | -5,6 | -0,9 | 9,38888868 | NNE | 22,5 | 11,1805556 | 0 |
| 2013 | 2 | 25 | 20 | 30 | 1025,7 | 5,5 | 42 | -5,8 | 0,4 | 8,16666656 | ENE | 67,5 | 10,3055559 | 0 |
| 2013 | 2 | 25 | 21 | 0 | 1025,5 | 5,19999981 | 43 | -5,8 | -1,1 | 10 | NNE | 22,5 | 12,3958333 | 0 |
| 2013 | 2 | 25 | 21 | 30 | 1025,6 | 5,69999981 | 42 | -5,6 | 0,1 | 8,94444466 | ENE | 67,5 | 11,5208337 | 0 |
| 2013 | 2 | 25 | 22 | 0 | 1025,7 | 5,69999981 | 43 | -5,4 | 2,1 | 6,38888889 | NNE | 22,5 | 8,75 | 0 |
| 2013 | 2 | 25 | 22 | 30 | 1025,3 | 6 | 42 | -5,4 | 3,5 | 5,38888878 | NNE | 22,5 | 7,34027796 | 0 |
| 2013 | 2 | 25 | 23 | 0 | 1025,2 | 6 | 42 | -5,3 | 3,8 | 5,16666677 | NNE | 22,5 | 5,7361112 | 0 |
| 2013 | 2 | 25 | 23 | 30 | 1025,2 | 5,9000001 | 43 | -5,2 | 1,6 | 7,16666645 | N | 0 | 8,21527759 | 0 |
| 2013 | 2 | 26 | 0 | 0 | 1025,2 | 6 | 43 | -5 | -0,1 | 10 | NE | 45 | 10,6458331 | 0 |
| 2013 | 2 | 26 | 0 | 30 | 1025,1 | 6 | 43 | -5 | -2,5 | 14,5555556 | NNW | 315 | 12,7361115 | 0 |
| 2013 | 2 | 26 | 1 | 0 | 1025 | 6,4000001 | 42 | -5,1 | 2,6 | 6,77777767 | NE | 45 | 7,14583324 | 0 |
| 2013 | 2 | 26 | 1 | 30 | 1024,9 | 6,19999981 | 42 | -5,2 | -0,7 | 11,3888889 | ENE | 67,5 | 10,4513889 | 0 |
| 2013 | 2 | 26 | 2 | 0 | 1024,9 | 6,19999981 | 43 | -4,9 | 2,6 | 6,55555566 | N | 0 | 10,4513889 | 0 |
| 2013 | 2 | 26 | 2 | 30 | 1024,8 | 6,69999981 | 42 | -4,8 | 1,1 | 9,16666667 | NE | 45 | 10,3055559 | 0 |
| 2013 | 2 | 26 | 3 | 0 | 1024,7 | 6,19999981 | 42 | -5,2 | 4,2 | 5 | N | 0 | 9,09027815 | 0 |
| 2013 | 2 | 26 | 3 | 30 | 1024,8 | 6,19999981 | 43 | -4,9 | 0,9 | 8,77777788 | ENE | 67,5 | 11,5208337 | 0 |
| 2013 | 2 | 26 | 4 | 0 | 1024,7 | 6 | 44 | -4,7 | -0,7 | 10,9999996 | N | 0 | 12,0555552 | 0 |
| 2013 | 2 | 26 | 4 | 30 | 1024,6 | 6 | 44 | -4,7 | 0,1 | 9,55555598 | NNE | 22,5 | 10,6458331 | 0 |
| 2013 | 2 | 26 | 5 | 0 | 1024,3 | 6 | 44 | -4,7 | 1,1 | 8,16666656 | NNW | 337,5 | 7,48611093 | 0 |
| 2013 | 2 | 26 | 5 | 30 | 1024,2 | 5,9000001 | 45 | -4,6 | -1,3 | 11,5555551 | NE | 45 | 11,715278 | 0 |
| 2013 | 2 | 26 | 6 | 0 | 1024,5 | 5,5 | 45 | -4,9 | -2 | 12,1666665 | NW | 315 | 13,270833 | 0 |
| 2013 | 2 | 26 | 6 | 30 | 1024,6 | 4,9000001 | 48 | -4,7 | 1,6 | 5,94444434 | NNE | 22,5 | 7,82638907 | 0 |
| 2013 | 2 | 26 | 7 | 0 | 1024,6 | 4,5 | 49 | -4,7 | -0,5 | 7,99999979 | NE | 45 | 10,4513889 | 0 |
| 2013 | 2 | 26 | 7 | 30 | 1024,4 | 4,19999981 | 51 | -4,4 | 2 | 5 | N | 0 | 6,27083315 | 0 |
| 2013 | 2 | 26 | 8 | 0 | 1024,3 | 3,9000001 | 53 | -4,3 | -0,6 | 7,16666645 | NNE | 22,5 | 7,82638907 | 0 |
| 2013 | 2 | 26 | 8 | 30 | 1024,2 | 3,69999981 | 53 | -4,5 | 1,9 | 4,55555545 | N | 0 | 6,07638889 | 0 |
| 2013 | 2 | 26 | 9 | 0 | 1024,2 | 3,5 | 53 | -4,6 | 1,8 | 4,55555545 | NNE | 22,5 | 5,59027778 | 0 |
| 2013 | 2 | 26 | 9 | 30 | 1024,1 | 3,5 | 55 | -4,2 | -0,1 | 6,16666688 | N | 0 | 7,14583324 | 0 |
| 2013 | 2 | 26 | 10 | 0 | 1024 | 3,5 | 55 | -4,2 | -0,9 | 6,94444444 | ENE | 67,5 | 9,23611111 | 0 |
| 2013 | 2 | 26 | 10 | 30 | 1024,2 | 3,2000005 | 57 | -3,9 | -0,5 | 6,38888889 | NNE | 22,5 | 9,77083352 | 0 |
| 2013 | 2 | 26 | 11 | 0 | 1024,3 | 3,2000005 | 58 | -3,7 | -0,3 | 6,16666688 | NNE | 22,5 | 9,43055537 | 0 |
| 2013 | 2 | 26 | 11 | 30 | 1024,3 | 3,2000005 | 59 | -3,4 | 0 | 5,77777757 | NE | 45 | 5,05555537 | 0 |
| 2013 | 2 | 26 | 12 | 0 | 1024 | 3,4000001 | 59 | -3,3 | -0,4 | 6,38888889 | ENE | 67,5 | 7,82638907 | 0 |

| Año | Mes | Día | Hora | Minuto | Presión Rel | Temperatura Exte | Humedad Ext | Temperatura de Rocío | Sensación Térmica | Velocidad Med del Viento | Dirección del viento | dir viento grados | Velocidad max del viento | Lluvia parcial |
|------|-----|-----|------|--------|-------------|------------------|-------------|----------------------|-------------------|--------------------------|----------------------|-------------------|--------------------------|----------------|
| 2013 | 2 | 26 | 17 | 30 | 1024,2 | 2,5 | 64 | -3 | 3 | 0,55555556 | WNW | 292,5 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 26 | 18 | 0 | 1024,3 | 2,9000001 | 64 | -2,7 | 3,4 | 0 | SW | 225 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 26 | 18 | 30 | 1024,2 | 2,9000001 | 64 | -2,7 | 3,4 | 0 | E | 90 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 26 | 19 | 0 | 1024 | 3 | 65 | -2,4 | 3,5 | 0,55555556 | SSE | 157,5 | 0,48611111 | 0 |
| 2013 | 2 | 26 | 19 | 30 | 1023,9 | 3,20000005 | 63 | -2,5 | 3,7 | 0 | E | 90 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 26 | 20 | 0 | 1023,8 | 3,20000005 | 64 | -2,3 | 3,7 | 0 | SE | 135 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 26 | 20 | 30 | 1023,7 | 3,20000005 | 64 | -2,3 | 3,7 | 0 | E | 90 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 26 | 21 | 0 | 1023,5 | 3,4000001 | 63 | -2,4 | 3,9 | 0 | SSE | 157,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 26 | 21 | 30 | 1023,3 | 3,20000005 | 62 | -2,8 | 3,7 | 0 | W | 270 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 26 | 22 | 0 | 1023,2 | 2,70000005 | 63 | -3,1 | 3,2 | 0,16666667 | S | 180 | 0,14583334 | 0 |
| 2013 | 2 | 26 | 22 | 30 | 1023,1 | 2,5 | 63 | -3,2 | 3 | 0 | SSE | 157,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 26 | 23 | 0 | 1023,1 | 2,20000005 | 63 | -3,5 | 2,7 | 0 | NW | 315 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 26 | 23 | 30 | 1023 | 2,20000005 | 64 | -3,3 | 2,7 | 0 | W | 270 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 27 | 0 | 0 | 1022,9 | 2 | 65 | -3,3 | 2,5 | 0 | SSW | 202,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 27 | 0 | 30 | 1022,7 | 2 | 65 | -3,3 | 2,5 | 0 | NNE | 22,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 27 | 1 | 0 | 1022,6 | 2 | 65 | -3,3 | 2,5 | 0 | SW | 225 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 27 | 1 | 30 | 1022,3 | 2 | 65 | -3,4 | 2,5 | 0 | WSW | 247,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 27 | 2 | 0 | 1022,3 | 2 | 65 | -3,3 | 2,5 | 0 | W | 270 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 27 | 2 | 30 | 1022,2 | 1,70000005 | 65 | -3,6 | 2,2 | 0 | N | 0 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 27 | 3 | 0 | 1022 | 1,9000001 | 64 | -3,7 | 2,4 | 0,16666667 | WNW | 292,5 | 0,14583334 | 0 |
| 2013 | 2 | 27 | 3 | 30 | 1021,9 | 2,20000005 | 63 | -3,5 | 2,7 | 1,7777778 | NNW | 337,5 | 1,89583338 | 0 |
| 2013 | 2 | 27 | 4 | 0 | 1021,9 | 2,5 | 62 | -3,5 | 3 | 0 | WNW | 292,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 27 | 4 | 30 | 1021,4 | 2,4000001 | 62 | -3,6 | 2,9 | 0 | SE | 135 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 27 | 5 | 0 | 1021,7 | 2,5 | 62 | -3,4 | 3 | 0,55555556 | WSW | 247,5 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 27 | 5 | 30 | 1021,7 | 2,5 | 62 | -3,4 | 3 | 1,38888889 | WNW | 292,5 | 1,36111109 | 0 |
| 2013 | 2 | 27 | 6 | 0 | 1022 | 2,5 | 63 | -3,2 | 3 | 1,38888889 | W | 270 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 27 | 6 | 30 | 1021,7 | 2,4000001 | 65 | -3 | 2,9 | 2,38888899 | SW | 225 | 3,64583333 | 0 |
| 2013 | 2 | 27 | 7 | 0 | 1021,4 | 2,20000005 | 67 | -2,7 | 2,7 | 1,38888889 | W | 270 | 1,55555558 | 0 |
| 2013 | 2 | 27 | 7 | 30 | 1021,3 | 2,20000005 | 67 | -2,7 | 2,7 | 0,99999997 | WSW | 247,5 | 1,74999995 | 0 |
| 2013 | 2 | 27 | 8 | 0 | 1021,5 | 2,20000005 | 67 | -2,7 | 2,7 | 1,7777778 | WNW | 292,5 | 1,74999995 | 0 |
| 2013 | 2 | 27 | 8 | 30 | 1021,4 | 2,20000005 | 68 | -2,5 | 2,7 | 0,38888888 | NNW | 337,5 | 1,55555558 | 0 |
| 2013 | 2 | 27 | 9 | 0 | 1021,3 | 2,4000001 | 67 | -2,6 | 2,9 | 0,55555556 | WNW | 292,5 | 1,55555558 | 0 |
| 2013 | 2 | 27 | 9 | 30 | 1021,2 | 2,5 | 67 | -2,4 | 3 | 3,38888884 | NNE | 22,5 | 5,93055546 | 0 |
| 2013 | 2 | 27 | 10 | 0 | 1021 | 2,70000005 | 67 | -2,3 | 3,2 | 3,16666656 | WNW | 292,5 | 4,86111111 | 0 |
| 2013 | 2 | 27 | 10 | 30 | 1021,1 | 2,70000005 | 66 | -2,4 | 3,2 | 1,38888889 | N | 0 | 1,74999995 | 0 |
| 2013 | 2 | 27 | 11 | 0 | 1020,9 | 2,9000001 | 66 | -2,3 | 3,4 | 0,99999997 | W | 270 | 0,87499998 | 0 |
| 2013 | 2 | 27 | 11 | 30 | 1020,9 | 3 | 65 | -2,3 | 3,5 | 0,55555556 | NW | 315 | 1,89583338 | 0 |
| 2013 | 2 | 27 | 12 | 0 | 1020,6 | 3,20000005 | 64 | -2,3 | 3,7 | 1,16666661 | WNW | 292,5 | 1,89583338 | 0 |
| 2013 | 2 | 27 | 12 | 30 | 1020,6 | 3,20000005 | 63 | -2,5 | 3,7 | 2,16666672 | WNW | 292,5 | 4,375 | 0 |
| 2013 | 2 | 27 | 13 | 0 | 1020,9 | 3,5 | 63 | -2,4 | 4 | 1,99999995 | NW | 315 | 3,98611102 | 0 |
| 2013 | 2 | 27 | 13 | 30 | 1020,7 | 3,4000001 | 63 | -2,4 | 3,9 | 1,16666661 | NNE | 22,5 | 3,30555565 | 0 |
| 2013 | 2 | 27 | 14 | 0 | 1020,4 | 3,5 | 63 | -2,4 | 4 | 1,99999995 | WSW | 247,5 | 1,74999995 | 0 |
| 2013 | 2 | 27 | 14 | 30 | 1020,5 | 3,9000001 | 62 | -2,2 | 4,4 | 3,38888884 | NNE | 22,5 | 4,71527769 | 0 |
| 2013 | 2 | 27 | 15 | 0 | 1020,8 | 3,9000001 | 62 | -2,2 | 4,4 | 0,55555556 | W | 270 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 27 | 15 | 30 | 1020,8 | 4,19999981 | 61 | -2 | 4,7 | 1,38888889 | NW | 315 | 1,74999995 | 0 |
| 2013 | 2 | 27 | 16 | 0 | 1020,6 | 5 | 58 | -2 | 5,5 | 1,16666661 | WSW | 247,5 | 3,11111116 | 0 |
| 2013 | 2 | 27 | 16 | 30 | 1020,6 | 5,5 | 57 | -1,8 | 6 | 1,16666661 | WNW | 292,5 | 2,96527773 | 0 |
| 2013 | 2 | 27 | 17 | 0 | 1020,6 | 5,69999981 | 57 | -1,6 | 6,2 | 2,7777778 | W | 270 | 3,84027782 | 0 |
| 2013 | 2 | 27 | 17 | 30 | 1020,6 | 5,4000001 | 57 | -1,9 | 5,9 | 2,7777778 | NE | 45 | 4,18055574 | 0 |
| 2013 | 2 | 27 | 18 | 0 | 1020,5 | 6 | 55 | -1,8 | 6,5 | 3,38888884 | W | 270 | 3,11111116 | 0 |
| 2013 | 2 | 27 | 18 | 30 | 1020,3 | 6,69999981 | 53 | -1,6 | 7,2 | 0,38888888 | WNW | 292,5 | 1,55555558 | 0 |
| 2013 | 2 | 27 | 19 | 0 | 1020,2 | 7,19999981 | 52 | -1,4 | 7,7 | 3,38888884 | ESE | 112,5 | 2,96527773 | 0 |
| 2013 | 2 | 27 | 19 | 30 | 1020,2 | 8,19999981 | 49 | -1,3 | 8,7 | 3,38888884 | NNW | 337,5 | 2,96527773 | 0 |
| 2013 | 2 | 27 | 20 | 0 | 1020,2 | 7,4000001 | 51 | -1,6 | 6,9 | 3,7777778 | W | 270 | 3,30555565 | 0 |
| 2013 | 2 | 27 | 20 | 30 | 1020,1 | 7,5 | 50 | -1,7 | 8 | 2,94444455 | SSW | 202,5 | 2,57638898 | 0 |
| 2013 | 2 | 27 | 21 | 0 | 1019,9 | 8,19999981 | 49 | -1,3 | 8,7 | 0 | NW | 315 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 27 | 21 | 30 | 1019,7 | 8,5 | 47 | -1,6 | 5,3 | 6,55555566 | NE | 45 | 8,02083333 | 0 |
| 2013 | 2 | 27 | 22 | 0 | 1019,5 | 8,39999962 | 46 | -2 | 6,1 | 5,38888878 | NNW | 337,5 | 7,34027796 | 0 |
| 2013 | 2 | 27 | 22 | 30 | 1019,5 | 8 | 49 | -1,5 | 4,9 | 6,38888889 | NE | 45 | 10,6458331 | 0 |
| 2013 | 2 | 27 | 23 | 0 | 1019,3 | 8,89999962 | 47 | -1,3 | 8,4 | 3,7777778 | NNW | 337,5 | 7,14583324 | 0 |
| 2013 | 2 | 27 | 23 | 30 | 1019,4 | 9,69999981 | 44 | -1,4 | 6,8 | 6,38888889 | SW | 225 | 6,61111113 | 0 |
| 2013 | 2 | 28 | 0 | 0 | 1019,4 | 8,5 | 47 | -1,6 | 7,2 | 4,55555545 | N | 0 | 6,99999981 | 0 |
| 2013 | 2 | 28 | 0 | 30 | 1019,3 | 8,69999981 | 47 | -1,5 | 5,6 | 6,38888889 | NW | 315 | 6,61111113 | 0 |
| 2013 | 2 | 28 | 1 | 0 | 1019,2 | 8,5 | 48 | -1,4 | 7,1 | 4,55555545 | NW | 315 | 6,07638889 | 0 |
| 2013 | 2 | 28 | 1 | 30 | 1019 | 8,5 | 47 | -1,6 | 5,6 | 6,16666688 | W | 270 | 7,82638907 | 0 |
| 2013 | 2 | 28 | 2 | 0 | 1019,3 | 8,5 | 47 | -1,6 | 5,8 | 5,94444434 | N | 0 | 8,75 | 0 |
| 2013 | 2 | 28 | 2 | 30 | 1019,3 | 8 | 47 | -2 | 7,6 | 3,7777778 | NNE | 22,5 | 4,18055574 | 0 |
| 2013 | 2 | 28 | 3 | 0 | 1019,1 | 7,89999962 | 45 | -2,8 | 8,4 | 2,38888899 | NE | 45 | 4,375 | 0 |
| 2013 | 2 | 28 | 3 | 30 | 1019,2 | 8,19999981 | 43 | -3 | 3,9 | 7,99999979 | N | 0 | 7,68055565 | 0 |
| 2013 | 2 | 28 | 4 | 0 | 1019,2 | 7,69999981 | 43 | -3,5 | 7 | 3,99999989 | N | 0 | 3,84027782 | 0 |
| 2013 | 2 | 28 | 4 | 30 | 1019,3 | 8,19999981 | 43 | -3,1 | 4,3 | 7,16666645 | N | 0 | 9,23611111 | 0 |
| 2013 | 2 | 28 | 5 | 0 | 1019,4 | 7,89999962 | 42 | -3,7 | 2,2 | 9,77777799 | N | 0 | 11,3749998 | 0 |
| 2013 | 2 | 28 | 5 | 30 | 1019,2 | 7,19999981 | 45 | -3,3 | 4,9 | 5,38888878 | NE | 45 | 7,34027796 | 0 |
| 2013 | 2 | 28 | 6 | 0 | 1019,4 | 8 | 44 | -2,9 | 6,6 | 4,55555545 | WNW | 292,5 | 7,68055565 | 0 |
| 2013 | 2 | 28 | 6 | 30 | 1019,6 | 7,4000001 | 45 | -3,2 | 1,7 | 9,55555598 | NE | 45 | 10,6458331 | 0 |
| 2013 | 2 | 28 | 7 | 0 | 1020 | 6,19999981 | 61 | -0,1 | 6,7 | 3,16666656 | NE | 45 | 3,64583333 | 0 |
| 2013 | 2 | 28 | 7 | 30 | 1020,2 | 5,4000001 | 66 | 0 | 4,3 | 4,16666667 | NE | 45 | 5,05555537 | 0 |
| 2013 | 2 | 28 | 8 | 0 | 1020,2 | 5 | 67 | -0,1 | 5,5 | 1,38888889 | NNE | 22,5 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 28 | 8 | 30 | 1020,6 | 4,9000001 | 67 | -0,2 | 5,4 | 0,16666667 | NE | 45 | 1,55555558 | 0 |
| 2013 | 2 | 28 | 9 | 0 | 1020,8 | 4,5 | 69 | -0,1 | 5 | 0,77777776 | E | 90 | 1,89583338 | 0 |
| 2013 | 2 | 28 | 9 | 30 | 1021 | 4,19999981 | 69 | -0,3 | 4,7 | 0,16666667 | N | 0 | 0,14583334 | 0 |
| 2013 | 2 | 28 | 10 | 0 | 1021,3 | 4 | 69 | -0,6 | 4,5 | 0 | NNE | 22,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 28 | 10 | 30 | 1021,3 | 3,9000001 | 70 | -0,5 | 4,4 | 0 | NNW | 337,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 28 | 11 | 0 | 1021,3 | 4 | 70 | -0,4 | 4,5 | 0 | NNE | 22,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 28 | 11 | 30 | 1021,3 | 3,69999981 | 70 | -0,6 | 4,2 | 0 | NNE | 22,5 | 0 | 0 |

| Año | Mes | Día | Hora | Minuto | Presión Rel | Temperatura Exte | Humedad Ext | Temperatura de Rocío | Sensación Térmica | Velocidad Med del Viento | Dirección del viento | dir viento grados | Velocidad max del viento | Lluvia parcial |
|------|-----|-----|------|--------|-------------|------------------|-------------|----------------------|-------------------|--------------------------|----------------------|-------------------|--------------------------|----------------|
| 2013 | 2 | 28 | 17 | 0 | 1023,4 | 2,70000005 | 63 | -3 | 3,2 | 0,99999997 | NE | 45 | 1,89583338 | 0 |
| 2013 | 2 | 28 | 17 | 30 | 1023,5 | 2,5 | 63 | -3,2 | 3 | 0,16666667 | ENE | 67,5 | 0,14583334 | 0 |
| 2013 | 2 | 28 | 18 | 0 | 1023,7 | 2,40000001 | 62 | -3,6 | 2,9 | 0,99999997 | N | 0 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 28 | 18 | 30 | 1023,8 | 2,20000005 | 63 | -3,5 | 2,7 | 1,77777778 | NNE | 22,5 | 3,11111116 | 0 |
| 2013 | 2 | 28 | 19 | 0 | 1023,8 | 2 | 62 | -3,9 | 1,1 | 3,99999989 | N | 0 | 4,375 | 0 |
| 2013 | 2 | 28 | 19 | 30 | 1024 | 2 | 63 | -3,8 | 2,5 | 2,77777778 | NNE | 22,5 | 3,49999991 | 0 |
| 2013 | 2 | 28 | 20 | 0 | 1024 | 2 | 63 | -3,8 | 1,3 | 3,77777788 | NNE | 22,5 | 3,30555565 | 0 |
| 2013 | 2 | 28 | 20 | 30 | 1023,9 | 2 | 62 | -4 | 2,5 | 1,55555553 | NNE | 22,5 | 4,86111111 | 0 |
| 2013 | 2 | 28 | 21 | 0 | 1023,8 | 2 | 62 | -3,9 | 2,5 | 2,77777778 | NE | 45 | 3,64583333 | 0 |
| 2013 | 2 | 28 | 21 | 30 | 1023,7 | 2 | 62 | -4 | 2,5 | 1,99999995 | NE | 45 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 28 | 22 | 0 | 1024 | 1,90000001 | 63 | -3,9 | 2,4 | 0 | ENE | 67,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 28 | 22 | 30 | 1023,9 | 1,70000005 | 63 | -4 | 2,2 | 0,99999997 | NE | 45 | 1,74999995 | 0 |
| 2013 | 2 | 28 | 23 | 0 | 1023,8 | 1,5 | 64 | -3,9 | 1,2 | 3,55555561 | NNE | 22,5 | 5,05555537 | 0 |
| 2013 | 2 | 28 | 23 | 30 | 1023,7 | 1,5 | 64 | -3,9 | 2 | 1,16666661 | ENE | 67,5 | 1,36111109 | 0 |
| 2013 | 2 | 29 | 0 | 0 | 1023,7 | 1,5 | 64 | -3,9 | 2 | 1,16666661 | NE | 45 | 1,36111109 | 0 |
| 2013 | 2 | 29 | 0 | 30 | 1024,1 | 1,20000005 | 66 | -3,8 | 0,9 | 3,55555561 | NNE | 22,5 | 4,375 | 0 |
| 2013 | 2 | 29 | 1 | 0 | 1024,1 | 1,20000005 | 66 | -3,8 | 1,7 | 2,94444455 | N | 0 | 5,7361112 | 0 |
| 2013 | 2 | 29 | 1 | 30 | 1024 | 1,39999998 | 65 | -3,9 | 1,9 | 2,94444455 | NE | 45 | 4,18055574 | 0 |
| 2013 | 2 | 29 | 2 | 0 | 1023,9 | 1,90000001 | 63 | -3,9 | 0,2 | 4,38888884 | NNE | 22,5 | 5,7361112 | 0 |
| 2013 | 2 | 29 | 2 | 30 | 1023,8 | 1,90000001 | 63 | -3,9 | 1,5 | 3,55555561 | NNE | 22,5 | 4,18055574 | 0 |
| 2013 | 2 | 29 | 3 | 0 | 1023,7 | 1,70000005 | 63 | -4 | 2,2 | 0,38888888 | ENE | 67,5 | 1,74999995 | 0 |
| 2013 | 2 | 29 | 3 | 30 | 1023,9 | 1,70000005 | 63 | -4 | -0,9 | 5,16666677 | NNE | 22,5 | 6,07638889 | 0 |
| 2013 | 2 | 29 | 4 | 0 | 1024 | 1,70000005 | 62 | -4,2 | 2,2 | 2,16666672 | N | 0 | 3,64583333 | 0 |
| 2013 | 2 | 29 | 4 | 30 | 1024,1 | 1,90000001 | 62 | -4,1 | -0,2 | 4,77777799 | NNE | 22,5 | 7,34027796 | 0 |
| 2013 | 2 | 29 | 5 | 0 | 1024,1 | 1,90000001 | 62 | -4,1 | 0 | 4,55555545 | ENE | 67,5 | 4,71527769 | 0 |
| 2013 | 2 | 29 | 5 | 30 | 1024,2 | 1,90000001 | 62 | -4,1 | 2,4 | 3,38888884 | NNE | 22,5 | 5,05555537 | 0 |
| 2013 | 2 | 29 | 6 | 0 | 1024,5 | 1,70000005 | 63 | -4 | 2,2 | 1,77777778 | NNW | 337,5 | 1,89583338 | 0 |
| 2013 | 2 | 29 | 6 | 30 | 1024,6 | 1,70000005 | 63 | -4 | -2,7 | 6,77777767 | N | 0 | 8,75 | 0 |
| 2013 | 2 | 29 | 7 | 0 | 1024,8 | 1,70000005 | 63 | -4 | 2,2 | 1,38888889 | ESE | 112,5 | 1,89583338 | 0 |
| 2013 | 2 | 29 | 7 | 30 | 1024,8 | 1,39999998 | 64 | -4,1 | 1,9 | 2,16666672 | NE | 45 | 4,375 | 0 |
| 2013 | 2 | 29 | 8 | 0 | 1024,9 | 0,89999998 | 66 | -4,2 | 1,4 | 1,16666661 | ENE | 67,5 | 1,89583338 | 0 |
| 2013 | 2 | 29 | 8 | 30 | 1024,8 | 0,89999998 | 66 | -4,2 | 1,4 | 2,38888889 | NNW | 337,5 | 3,64583333 | 0 |
| 2013 | 2 | 29 | 9 | 0 | 1024,8 | 1,20000005 | 66 | -3,9 | 1,7 | 0 | NE | 45 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 29 | 9 | 30 | 1024,9 | 1,20000005 | 65 | -4 | 1,7 | 0,99999997 | ENE | 67,5 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 29 | 10 | 0 | 1025,2 | 1,20000005 | 65 | -4 | 1,7 | 0,99999997 | SE | 135 | 3,11111116 | 0 |
| 2013 | 2 | 29 | 10 | 30 | 1025,2 | 1 | 66 | -4 | 1,5 | 2,77777778 | NNE | 22,5 | 4,18055574 | 0 |
| 2013 | 2 | 29 | 11 | 0 | 1025,3 | 0,89999998 | 66 | -4,2 | 1,4 | 2,38888889 | NNE | 22,5 | 4,375 | 0 |
| 2013 | 2 | 29 | 11 | 30 | 1025,5 | 1 | 66 | -4 | 0,3 | 3,77777788 | NE | 45 | 4,52083343 | 0 |
| 2013 | 2 | 29 | 12 | 0 | 1025,6 | 1,39999998 | 65 | -3,9 | 1,9 | 2,16666672 | ENE | 67,5 | 3,84027782 | 0 |
| 2013 | 2 | 29 | 12 | 30 | 1025,6 | 1,39999998 | 65 | -3,9 | 1,9 | 1,99999995 | NNE | 22,5 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 29 | 13 | 0 | 1025,9 | 1,5 | 65 | -3,7 | 2 | 3,16666656 | ENE | 67,5 | 3,64583333 | 0 |
| 2013 | 2 | 29 | 13 | 30 | 1026 | 2,20000005 | 64 | -3,3 | 1,6 | 3,77777788 | NE | 45 | 4,86111111 | 0 |
| 2013 | 2 | 29 | 14 | 0 | 1026,1 | 2,90000001 | 62 | -3,1 | 3,4 | 0 | E | 90 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 29 | 14 | 30 | 1026,4 | 3,5 | 61 | -2,7 | 4 | 0 | ESE | 112,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 29 | 15 | 0 | 1026,5 | 4 | 60 | -2,4 | 4,5 | 1,55555553 | E | 90 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 29 | 15 | 30 | 1026,4 | 4,69999981 | 57 | -2,6 | 5,2 | 1,77777778 | ENE | 67,5 | 1,89583338 | 0 |
| 2013 | 2 | 29 | 16 | 0 | 1026,2 | 5 | 57 | -2,2 | 5,5 | 0 | ENE | 67,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 29 | 16 | 30 | 1026,5 | 5,19999981 | 56 | -2,2 | 5,7 | 2,38888889 | NE | 45 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 29 | 17 | 0 | 1026,7 | 5,90000001 | 55 | -1,9 | 6,4 | 1,99999995 | NE | 45 | 3,49999991 | 0 |
| 2013 | 2 | 29 | 17 | 30 | 1026,8 | 6 | 54 | -2 | 6,5 | 0,38888888 | ENE | 67,5 | 0,68055554 | 0 |
| 2013 | 2 | 29 | 18 | 0 | 1027,3 | 6,40000001 | 53 | -2 | 6,9 | 0 | ESE | 112,5 | 0 | 0 |
| 2013 | 2 | 29 | 18 | 30 | 1027 | 6,69999981 | 52 | -1,8 | 7,2 | 0,55555556 | SE | 135 | 0,48611111 | 0 |
| 2013 | 2 | 29 | 19 | 0 | 1026,8 | 8 | 49 | -1,5 | 8,5 | 1,38888889 | N | 0 | 1,74999995 | 0 |
| 2013 | 2 | 29 | 19 | 30 | 1026,7 | 7,89999962 | 48 | -1,9 | 8,4 | 0,16666667 | SE | 135 | 1,74999995 | 0 |
| 2013 | 2 | 29 | 20 | 0 | 1026,5 | 7,5 | 49 | -2 | 8 | 0,38888888 | E | 90 | 0,34027777 | 0 |
| 2013 | 2 | 29 | 20 | 30 | 1026,3 | 8 | 48 | -1,7 | 8,5 | 0,99999997 | N | 0 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 29 | 21 | 0 | 1026,1 | 8,5 | 47 | -1,6 | 9 | 0,16666667 | SE | 135 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 29 | 21 | 30 | 1026 | 8,39999962 | 46 | -2 | 8,9 | 1,38888889 | NE | 45 | 2,09027787 | 0 |
| 2013 | 2 | 29 | 22 | 0 | 1025,8 | 8,69999981 | 47 | -1,4 | 9,2 | 2,94444455 | SSE | 157,5 | 5,20138888 | 0 |
| 2013 | 2 | 29 | 22 | 30 | 1025,8 | 9,19999981 | 44 | -1,8 | 9,7 | 0,38888888 | E | 90 | 0,34027777 | 0 |
| 2013 | 2 | 29 | 23 | 0 | 1025,7 | 9,19999981 | 45 | -1,5 | 9,7 | 1,38888889 | NNE | 22,5 | 1,55555558 | 0 |
| 2013 | 2 | 29 | 23 | 30 | 1025,6 | 9,39999962 | 45 | -1,4 | 9,9 | 1,77777778 | W | 270 | 1,55555558 | 0 |